This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

9412
e.46.

600041289U

PRESS

SHELF

No

19712 e 76.

LES

POUSSIÈRES DE L'AIR,

PAR

GASTON TISSANDIER.

OUVRAGE ACCOMPAGNÉ DE 34 FIGURES
ET DE 4 PLANCHES HORS TEXTE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1877

15

A

M. DAUBRÉE,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE DES MINES.

INTRODUCTION.

L'atmosphère renferme une immense quantité de corpuscules microscopiques qui sont entraînés par les vents et qui s'y tiennent en suspension pendant un temps plus ou moins long. Il s'en rencontre partout, dans l'air des campagnes comme dans l'air des villes. Si nous ne les distinguons pas habituellement à l'œil nu, c'est que leur surface très-petite ne réfléchit qu'une quantité de lumière tout à fait insuffisante pour impressionner la rétine. Mais il suffit de faire l'obscurité dans le milieu qui les contient, et d'y lancer un faisceau de lumière solaire ou de lumière électrique pour les voir flotter aussitôt par myriades, au sein du rayon lumineux.

Que l'on abandonne à l'air libre une plaque de verre ou une surface polie, en très-peu de temps on y trouvera de la poussière; on y observera un

nombre plus ou moins considérable de parcelles solides, véritable sédiment atmosphérique qui s'y est déposé.

Tous les corps terrestres réduits, par une action mécanique quelconque, à un état de division suffisant, sont susceptibles d'être soulevés par le vent, et de flotter au sein de l'air. Tous les sels contenus dans l'Océan sont encore entraînés par les fines gouttelettes liquides que le choc des vagues fait jaillir sur les côtes. Ces gouttes d'eau, s'évaporant dans l'atmosphère, y laissent une parcelle de résidu solide qui doit se retrouver dans l'air que nous respirons. Arago a décrit le mécanisme de cette action en parlant des *poussières d'eau* que la brise soulève sur les rivages océaniques.

L'atmosphère des villes est particulièrement chargée de corpuscules, et de résidus de toute sorte.

L'imagination se figure aisément, dit M. Boussingault, mais non pas sans un certain dégoût, tout ce que renferment ces poussières que nous respirons sans cesse, et que l'on a parfaitement caractérisées en les nommant les *immondices de l'atmosphère*. Elles établissent, en quelque sorte, le contact entre les individus les plus éloignés les uns des autres, et, bien que leur proportion, leur nature, leurs effets soient des plus variés, ce n'est pas trop s'avancer que de leur attribuer une partie de l'insalubrité qui se manifeste ordinairement dans de grandes agglomérations d'hommes.

Le fait de la suspension des poussières atmo-

sphériques au milieu de l'air trouve naturellement son explication dans les mouvements de l'atmosphère. Les fleuves aériens qui balayent la surface terrestre entraînent avec eux un léger sédiment qu'ils emportent dans leur cours; ce phénomène s'accomplit quelquefois avec une intensité exceptionnelle, dans les pluies de cendres, les pluies de sables, mentionnées déjà par les annalistes anciens, et qui sont susceptibles de jouer à la surface de la terre un rôle géologique important.

En outre de tous les débris d'origine terrestre que l'air tient en suspension, n'en contient-il pas d'autres qui proviennent des corps extra-terrestres? Les chutes de poussières enflammées ont été quelquefois mentionnées par les observateurs. Les pluies de parcelles de météorites se sont encore manifestées d'une manière incontestable. Ehrenberg, Arago, Quetelet, et plus récemment M. Daubrée, M. Phipson et M. Nordenskiöld, ont apporté un grand nombre de faits nouveaux à l'étude de cet important problème. Mais il reste encore ici bien des points obscurs à élucider et de nombreuses recherches à entreprendre.

L'air renferme-t-il enfin, parmi les innombrables corpuscules qu'il tient en suspension, des organismes qui lui sont propres? Contient-il des germes

qui sont la cause des fermentations, de la putréfaction et des altérations plus ou moins profondes du sang dans les maladies épidémiques?

Ici se rencontrent des dissentiments entre les savants.

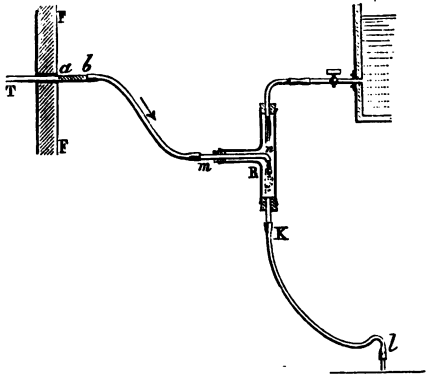
On n'a pas oublié les débats qui ont naguère si vivement préoccupé les esprits au sujet de la doctrine des générations spontanées. Je traiterai postérieurement la question des *Germes de l'air*, et je me suis uniquement attaché, dans ce travail, à l'examen des poussières de l'atmosphère, à l'étude de leur nature et de leur origine. Laissant de côté le point philosophique de ces débats qui divisent encore les observateurs, je crois devoir rappeler succinctement l'état de la question en ce qui concerne exclusivement l'étude des faits, avant les recherches que j'ai entreprises.

M. Pasteur, pour étudier les poussières de l'air, a employé l'appareil que représente la *fig.* 1. Un tube T passe à travers la fenêtre FF du laboratoire. Il contient une petite bourre de coton-poudre *ab*, à travers laquelle passe l'air extérieur, en s'y dépouillant des poussières qu'il contient. L'appel d'air est opéré au moyen de l'aspirateur R. C'est un tube de laiton en forme de T, dans lequel s'écoule constamment de l'eau, qui, par

succion, entraîne l'air du tube *mn*, un peu recourbé à son extrémité *n*.

Si l'on veut déterminer le volume d'air entraîné par l'écoulement de l'eau, il suffit d'engager l'extrémité *l* du tube K*l* sous un grand flacon renversé

Fig. 1.



Appareil employé par M. Pasteur pour l'extraction des poussières de l'air.

plein d'eau, jaugé à l'avance, et de mesurer le temps que ce flacon, d'un volume de 10^{lit}, par exemple, mettra à se remplir.

Après l'expérience, la bourre de coton-poudre est dissoute dans l'éther; les poussières sont recueillies par décantation et examinées après des lavages successifs.

On arrive ainsi à reconnaître, dit M. Pasteur, qu'une petite bourre de coton, exposée pendant vingt-quatre heures au courant d'air de la rue d'Ulm, pris à quelques mètres du sol, pendant l'été, après une succession de beaux jours, rassemble plusieurs milliers de corpuscules organisés, pour une aspiration d'un litre d'air environ par minute. Du reste, ce résultat varie infiniment avec l'état de l'atmosphère, si l'on opère avant ou après la pluie, par un temps calme ou agité, de jour ou pendant la nuit, à une petite distance ou à une grande distance du sol. Enfin que l'on imagine les mille et une causes qui peuvent augmenter ou diminuer le nombre de ces particules solides que tout le monde a aperçues dans un rayon du Soleil qui pénètre dans une chambre obscure, et l'on comprendra tout ce qu'il doit y avoir de changements dans les résultats qui précèdent.

Ces manipulations fort simples permettent de reconnaître qu'il y a constamment dans l'air commun un nombre variable de corpuscules, dont la forme et la structure annoncent qu'ils sont organisés. Leurs dimensions s'élèvent depuis les plus petits diamètres jusqu'à $\frac{1}{100}$ à $\frac{1,5}{100}$ et davantage de millimètre. Les uns sont parfaitement sphériques, les autres ovoïdes. Leurs contours sont plus ou moins nettement creusés. Beaucoup sont tout à fait translucides, mais il y en a aussi d'opaques avec granulations à l'intérieur. Ceux qui sont translucides, à contours nets, ressemblent tellement aux spores des moisissures les plus communes, que le plus habile micrographe ne pourrait y voir de différence [1].

Voici, d'autre part, l'énumération des substances que M. Pouchet a observées dans la poussière.

Après avoir parlé des granules d'origine minérale, provenant essentiellement du détritus des

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIV, 3e série; 1862.

roches qui se trouvent à découvert dans la contrée dont on observe la poussière, M. Pouchet ajoute :

Les débris provenant du règne animal que j'ai eu occasion d'observer dans la poussière sont principalement les suivants : divers petits animaux desséchés et infiniment petits, tels que des helminthes appartenant au genre oxyure, et des vibrions de plusieurs espèces; j'y ai souvent trouvé des squelettes d'infusoires sinués, surtout des navicules, des bacillaires et des diatomées; des fragments d'antennes de coléoptères; des écailles d'ailes de papillons diurnes et nocturnes, des poils de laine de diverses couleurs, provenant de nos vêtements, souvent teints en beau bleu, en rouge vif ou en vert; des poils de lapin, de chauves-souris; des barbules de plumes, des fragments de tarses d'insectes, des cellules épithéliales, des fragments de peau d'insectes divers, des filaments de toile d'araignée. Deux fois seulement dans plus de mille observations, j'y ai reconnu un de ces gros œufs d'infusoire, du diamètre de 0,0150 de millimètre, que les naturalistes désignent sous le nom de *kystes*.

Les corpuscules de poussière qui appartiennent au règne végétal, et que j'ai observés, sont les suivants : des fragments de tissu de diverses plantes, des fibres ligneuses en petit nombre, plus souvent des fragments de cellules et des vaisseaux; fréquemment des poils d'ortie et de végétaux appartenant à des espèces variées; des fragments d'aigrettes de synanthérées, beaucoup de filaments de coton, ordinairement blancs et quelquefois teints de diverses couleurs, provenant de nos vêtements; quelques fragments d'anthères et des grains de pollen de malvacée, d'épilopium et de pin, des spores de cryptogames, mais en fort petit nombre. Enfin j'ai constamment rencontré, presque partout où mes observations se sont étendues, une très-notable quantité de *fécule de blé* mêlée à la poussière, soit récente, soit ancienne; puis, dans des cas rares, on y découvre de la fécule d'orge, de seigle et de pommes de terre (1).

(1) *Étude des corpuscules en suspension dans l'atmosphère*, par M. Pouchet.

C'est depuis la fin de 1869 que je me suis livré à une nouvelle étude des poussières atmosphériques, sans avoir d'autre préoccupation, je le répète, que celle de l'examen des faits. J'ai réuni dans ce volume les résultats que j'ai obtenus, et dont je n'ai donné jusqu'ici que des extraits sommaires dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* et dans le *Bulletin de la Société météorologique de France*.

J'ajouterai que je manquerais à mes devoirs si je n'adressais mes plus sincères remercîments à M. Hervé Mangon, qui a mis à ma disposition, pour mes recherches, son bel observatoire météorologique de Sainte-Marie-du-Mont (Manche), après l'avoir généreusement pourvu des appareils qui pouvaient m'être nécessaires, et à M. Daubrée qui n'a cessé de m'encourager et de me guider de ses conseils.

G T.

Mars 1877.

LES

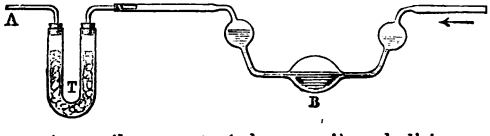
POUSSIÈRES DE L'AIR.

I.

Poussières minérales, organiques et organisées.

Variations de poids des poussières en suspension dans l'atmosphère. — Pour déterminer la proportion des corpuscules solides contenus dans un volume d'air connu, je me suis servi d'un appareil

Fig. 2.



Appareil pour retenir les poussières de l'air.

composé d'un aspirateur à eau qui fait passer l'air extérieur, bulle à bulle, à travers un tube de verre à boules B, contenant de l'eau chimiquement pure, et à travers un tube T renfermant un tampon de coton-poudre (*fig.* 2). L'aspirateur, exactement

jaugé, est mis en communication avec le tube A; il donne exactement le volume de l'air aspiré. Les poussières sont retenues dans l'eau distillée.

Une première expérience a été exécutée le 28 juillet 1870, à une fenêtre du laboratoire de l'*Union nationale,* rue Michel-le-Comte, à 5^{m} au-dessus du sol. Le temps était pur, l'air limpide; il avait légèrement plu la veille; les corpuscules aériens étaient peu abondants. En trois jours, j'ai fait passer dans l'appareil 1^{mc} d'air atmosphérique. Après l'expérience, l'eau contenant les poussières a été évaporée à siccité à la température de 100°, dans une capsule de platine tarée à $0^{mg},5$ près. Le résidu sec pesait $0^{gr},0060$. Le coton-poudre servant de témoin a été dissous dans l'éther, sans laisser de traces appréciables de substances solides.

Le même dosage a été exécuté à plusieurs reprises dans des conditions atmosphériques différentes. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Poids de corpuscules contenus dans 1^{mc} *d'air à Paris.*

Après une pluie abondante de la veille. (Juillet 1870.)	Après huit jours de sécheresse en été. (Juillet 1872.)	Dans des conditions atmosphériques normales. (Juin à juillet 1870, avril à novembre 1872.)
		gr
»	»	0,0060
»	»	0,0075
$0^{gr},0060$	$0^{gr},0230$	0,0080

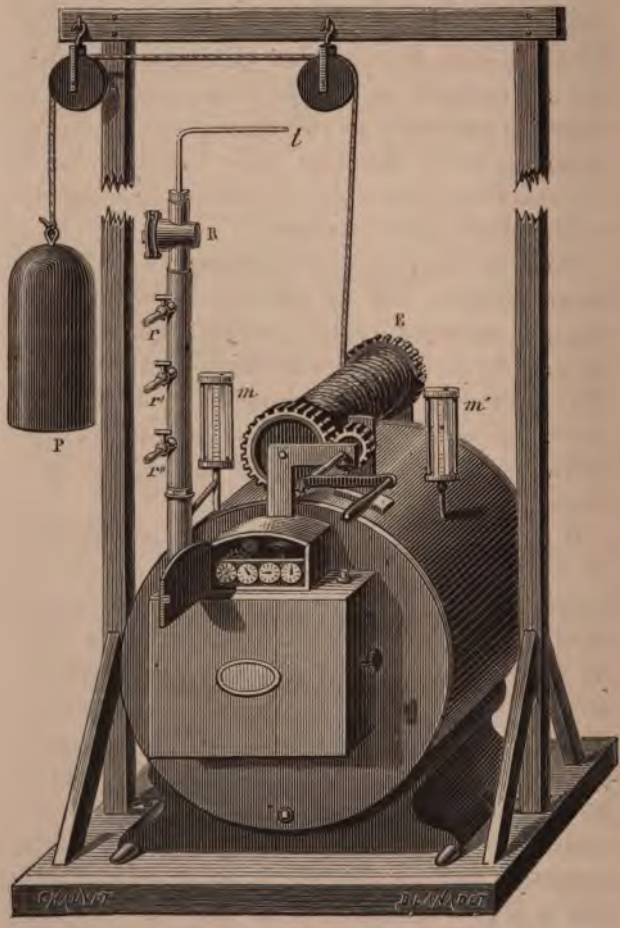
La quantité de matières solides contenues dans 1^{mc} d'air à Paris peut varier, d'après ces dosages,

de $0^{gr},006$ à $0^{gr},023$. Pour apprécier la valeur de ces chiffres, nous prendrons le chiffre minimum $0^{gr},006$, et nous considérerons une masse d'air de 5^{m} d'épaisseur, sur l'étendue du Champ-de-Mars, qui a $500\,000^{mq}$ de surface. Cette masse d'air ne renferme pas moins de 15^{kg} de corpuscules. Si l'on faisait un calcul analogue pour l'atmosphère de Paris tout entier, c'est par centaines de kilogrammes qu'il faudrait parfois compter.

Dans les campagnes, la quantité de poussières contenues dans l'air est moins considérable. Un appareil, analogue à celui que j'ai décrit précédemment, a été installé à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), au milieu de vastes prairies, et dans un air généralement humide. L'aspiration était faite régulièrement et automatiquement au moyen d'un mécanisme que je dois décrire.

Il est formé d'un compteur à gaz, actionné par un mouvement d'horlogerie (*fig.* 3). On monte l'appareil au moyen d'une manivelle. On enroule ainsi autour d'un treuil une corde qui passe entre les gorges de deux poulies et qui se termine par un poids P. La roue d'engrenage E met en mouvement l'auget intérieur du compteur; l'air est aspiré par le tube *t*, à l'extrémité duquel on peut adapter les tubes en U contenant le coton-poudre, ou, comme je l'ai fait plus souvent, le tube à boules contenant de l'eau distillée. R est un robinet destiné à régler l'écoulement du gaz; r, r', r'' sont trois petits robinets à chacun desquels on peut

Fig. 3.



Aspirateur-compteur pour l'étude des poussières de l'air.

adapter un système de tubes en U, dans le cas où l'on veut opérer plusieurs analyses à la fois; *m*, *m'* sont les manomètres qui donnent la pression de l'air à l'entrée et à la sortie de l'appareil. Sur le devant du compteur, on voit les petits cadrans qui donnent la mesure de l'air aspiré, en litres, en décalitres, en mètres cubes et en dizaines de mètres cubes.

Je me suis très-avantageusement servi de cet appareil pendant le cours de mes recherches. En plaçant les poulies à une assez grande hauteur au-dessus du compteur, 2 à 3^{m} par exemple, le poids descendait lentement, en faisant agir constamment le système, pendant plus de douze heures consécutives. Plusieurs mètres cubes d'air avaient pu passer bulle à bulle à travers les tubes adaptés à l'orifice *t*, et cela sans aucune surveillance. Pour faire fonctionner l'appareil à nouveau pendant douze heures, il suffisait de remonter le poids au moyen de la manivelle.

L'usage de cet aspirateur, introduit dans les laboratoires par M. Hervé Mangon, est appelé à se répandre dans les laboratoires de Chimie comme dans les établissements météorologiques; il a été adopté déjà à l'Observatoire de Montsouris, où plusieurs de ces instruments sont installés.

Du 26 au 31 juillet 1875, 12^{mc} d'air aspirés par l'appareil précédent ont passé, bulle à bulle, dans le système de tubes de retenue. L'eau qu'ils contenaient, évaporée à sec, n'a laissé que $0^{gr},003$

de résidu, soit $0^{gr},00025$ de résidu par mètre cube d'air. Après une période de sécheresse, ce chiffre s'élevait très-sensiblement, pour atteindre $0^{gr},003$ et $0^{gr},0045$ par mètre cube.

Sédiment atmosphérique. — Les poussières en suspension dans l'air n'y séjournent que sous l'influence de l'agitation de l'air : les plus ténues peuvent sans doute y être maintenues pendant un temps d'une assez longue durée ; mais il tombe constamment de l'atmosphère un véritable sédiment.

Les expériences que j'ai imaginées pour étudier ce phénomène ont d'abord été exécutées à Paris et aux environs. Dans les deux localités que j'ai choisies, une grande feuille de papier collé, parfaitement lisse, de 1^{mq} de superficie, maintenue sur un châssis, les bords légèrement relevés, était exposée à l'air, dans une position horizontale ; cette surface de papier, placée sur un toit bien isolé, de 10 à 15^{m} de hauteur, y séjournait pendant la durée d'une nuit calme. Le matin, les corpuscules déposés pendant la nuit, et en partie visibles à l'œil nu, étaient réunis à l'aide d'un pinceau fin. Il m'a toujours été possible, malgré des pertes inévitables, d'en recueillir dans la proportion de $0^{gr},0015$ à $0^{gr},0035$.

En prenant comme moyenne un poids de sédiment de $0^{gr},002$ tombant en douze heures sur 1^{mq}, on voit que, sur une surface comme celle du Champ-de-Mars, c'est un poids de 2^{kg} de corpus-

cules aériens qui se déposent en vingt-quatre heures (1).

J'ai installé plus tard, à l'Observatoire de Sainte-Marie-du-Mont, un appareil beaucoup mieux disposé pour cette étude; je l'ai désigné sous le nom de *table à poussières* (*fig.* 4). C'est une table plus

Fig. 4.

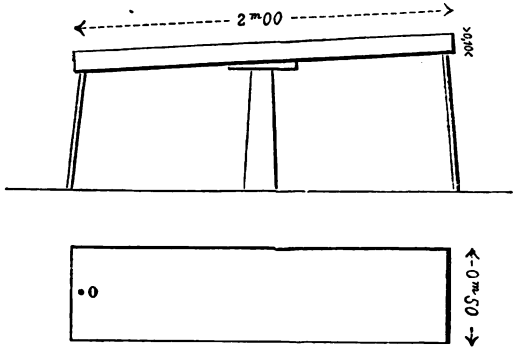


Table à poussières.

longue que large, de 1^{mq} de surface, munie d'un rebord de $0^{m},15$ de hauteur. Sa surface intérieure est couverte de papier d'étain qu'on y a collé. Cette table est mobile autour d'un axe central et peut être orientée dans le sens de la direction du vent. Elle est située à $0^{m},60$ au-dessus du sol gazonné

(1) Le sédiment aérien ainsi déposé peut être soulevé à nouveau par le vent, et ne doit pas séjourner longtemps à la place où il est tombé; mais les chiffres que j'indique n'en montrent pas moins l'importance de ce phénomène de transport aérien.

où elle est installée, légèrement inclinée, afin que les eaux pluviales, s'il en tombe pendant la nuit, puissent s'écouler par un orifice O. Quand il pleut, cet appareil n'est d'aucun usage; mais, quand l'air est sec, le vent qui passe au-dessus de sa surface y laisse constamment tomber une partie des poussières qu'il transporte, exactement comme un fleuve dépose une certaine quantité du limon qu'il charrie. Dans un espace de vingt-quatre heures, j'ai toujours trouvé sur cette table une masse plus ou moins considérable de poussières; je les recueillais en les balayant à l'aide d'un pinceau plat en blaireau. Les poussières rassemblées vers l'orifice O y sont jetées et tombent sur une feuille de papier que l'on a placée au-dessous; elles y sont conservées pour les peser, et pour les examiner au microscope.

Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus et que je choisis à dessein parmi les chiffres extrêmes :

	Poids de poussières tombées en vingt-quatre heures sur une surface de 1^{mq}.
18 juillet 1876	0,0021
19 juillet »	0,0040
30 juillet »	0,0121
22 août »	0,0092
31 août »	0,0081

Je dois faire remarquer que la saison a été particulièrement sèche pendant l'été de 1876 et que, parmi les poussières recueillies, il y en avait, comme

nous le verrons postérieurement, un grand nombre formées de grains de pollen de différentes espèces végétales; cela explique comment ces chiffres se trouvent être plus élevés que ceux précédemment obtenus à Paris.

L'emploi de la table à poussières nécessite certaines précautions; il arrive fréquemment qu'il y tombe des feuilles, qu'il s'y trouve des insectes, etc.; il va sans dire que ces corps, étrangers aux poussières aériennes proprement dites, doivent être séparés. Je n'ai pas d'ailleurs la prétention de donner ici des résultats complets sur cette importante question des sédiments atmosphériques; mais de fournir quelques déterminations précises dans un domaine où les faits, jusqu'ici, manquent absolument.

La quantité de sédiments charriés par les courants atmosphériques est sans doute variable avec la vitesse de ces courants, avec leur état hygrométrique; elle doit changer encore suivant les saisons, suivant la nature du sol, etc. Il y a là une longue étude à entreprendre; je crois que l'emploi permanent d'une table à poussières, dans les observatoires météorologiques, conduirait à des résultats intéressants, qu'un seul observateur ne saurait exécuter.

Dimension des poussières. — Les poussières aériennes ont été mesurées à l'aide d'un micromètre de verre, divisé en centièmes de millimètre;

quand elles sont formées de débris d'étoffe, de bois, de charbon, elles atteignent parfois une longueur de $\frac{1}{10}$ de millimètre et plus ; quand elles sont constituées par des matières minérales, silice, calcaire, argile, etc., leur diamètre varie de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de millimètre, et au-dessous.

Suspension des poussières au sein de l'air. — On est conduit à se demander comment des corpuscules de cette dimension, formés de matières bien plus denses que l'air, peuvent y rester en suspension. Le calcul démontre que des grains minéraux de très-petite dimension, $\frac{1}{100}$ de millimètre de diamètre par exemple, tombent encore avec une vitesse assez considérable ($0^m,66$ par seconde pour la silice, en supposant une forme sphérique) (1).

On peut admettre l'explication que donne Nysten de ce phénomène.

La densité des poussières, bien qu'elle soit réellement plus grande que celle de l'air, est diminuée par la couche gazeuse, adhérente par capillarité à la surface des objets de très-petite dimension, laquelle fait corps avec eux et les suit dans leurs mouvements ; de là résulte que l'impulsion de l'air en mouvement les entraîne et les soulève facile-

---

(1) Une sphère de 1^m de diamètre d'une substance ayant une densité 2,5 tombe avec une vitesse de 220^m à la seconde, le mouvement étant supposé uniforme dans l'air à la densité ordinaire. En appelant d le diamètre du corpuscule, sa vitesse de chute sera $\sqrt{d \times 220}$.

ment, puis ils vont se déposer dans les lieux où l'air est calme [1].

Composition chimique des poussières atmosphériques. — J'ai soumis à l'analyse les poussières extraites de l'air par l'aspirateur, ainsi que celles déposées spontanément. J'ai trouvé qu'elles offrent la composition suivante :

Matières organiques brûlant avec éclat.....	25	à	34
Matières minérales (cendres).....	75	à	66
	100		100

Les réactions, d'abord opérées sur quelques milligrammes de substances, ne pouvaient permettre des dosages.

J'ai reconnu dans les cendres des sels solubles dans l'eau, contenant du chlore, de l'acide sulfurique, des traces d'acide nitrique. J'ai presque toujours décelé, dans les matières solubles dans l'acide chlorhydrique, la présence du fer, au moyen de la coloration rose donnée par le sulfocyanure de potassium, et quelquefois même par la formation de bleu de Prusse sous l'action du cyanoferrure de potassium. La chaux et la silice ont toujours été reconnues.

Pour confirmer ces résultats, j'ai analysé de la poussière recueillie à une certaine hauteur sur des monuments, et notamment à 60^{m} de haut, dans

---

[1] *Dictionnaire de Nysten*, par E. Littré et Ch. Robin : *Poussières.*

une des tours de Notre-Dame, où personne n'avait pénétré depuis plusieurs années. Les marches sont couvertes d'une couche de poussière grisâtre très-ténue, de 1^{mm} au moins d'épaisseur. Cette poussière ne pouvait avoir été apportée là que par l'air s'engouffrant à travers les étroites ouvertures des fenêtres. Sa composition représente bien celle des corpuscules aériens. L'analyse faite sur 5^{gr} m'a donné les résultats suivants :

Matières organiques très-combustibles, riches en carbone, brûlant avec éclat			32,265
Matières minérales	solubles dans l'eau (chlorures et sulfates alcalins et alcalino-terreux, nitrate d'ammoniaque)		9,220
	solubles dans l'acide chlorhydrique	sesquioxyde de fer	6,120
		carbonate de chaux	15,940
		carbonate de magnésie, traces de phosphates, alumine, etc.	2,121
	insolubles dans l'acide chlorhydrique (essentiellement formées de silice)		34,334
			100,000

Un grand nombre d'échantillons recueillis dans diverses localités m'ont permis de constater la présence de la plupart des substances ci-dessus, et notamment celle du fer, qui a toujours été manifeste dans une proportion importante (1).

Poussières obtenues par l'évaporation ou la filtration des eaux météoriques. — On a vu que

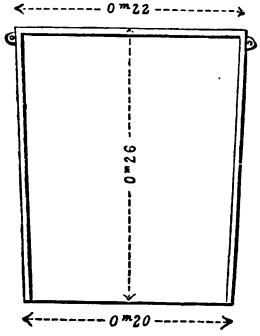
(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 23 mars 1874.

les corpuscules aériens peuvent être recueillis par le passage de l'air à travers des tubes contenant des substances liquides ou des bourres de coton; par l'emploi de la table à poussières, à la surface de laquelle ils tombent, ou bien en prélevant la poussière accumulée par le vent dans certaines parties inhabitées des monuments élevés.

Mais il existe une méthode beaucoup plus efficace encore : elle consiste à séparer des eaux météoriques, pluie, neige ou grêle, les sédiments dont elles sont chargées et qu'elles ont empruntés à l'air; on y arrive en filtrant ou en évaporant un volume de plusieurs litres de ces eaux.

M. Hervé Mangon a construit dans ce but, à l'observatoire météorologique de Sainte-Marie-du-

Fig. 5.

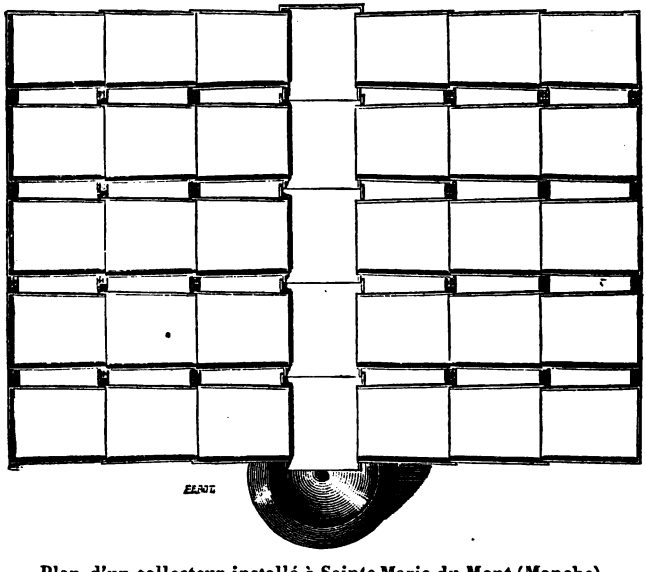


Plateau de porcelaine du collecteur.

Mont, un collecteur qui m'a donné d'excellents résultats. Il se compose d'une série de plateaux de porcelaine (*fig.* 5), munis de rebords sur trois côtés

seulement, et disposés comme les briques d'un toit sur un châssis, comme le montrent les *fig.* 6 et 7 (plan et coupe). Cet appareil, auquel on peut donner de grandes dimensions, permet de recueillir

Fig. 6.



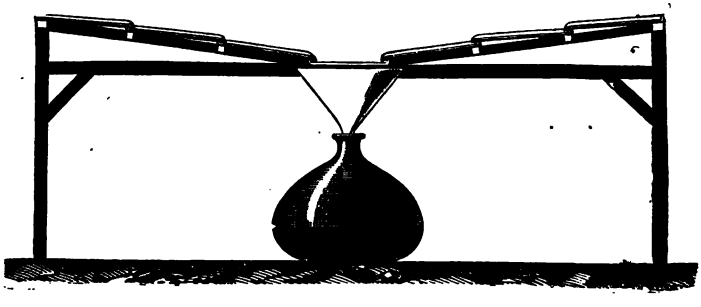
Plan d'un collecteur installé à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), pour recueillir les eaux météoriques.

des volumes de pluie considérables; les eaux météoriques glissent à la surface des plaques de porcelaine, ruissellent dans le conduit médian, et se réunissent dans un grand flacon, où elles arrivent par l'intermédiaire d'un entonnoir.

L'emploi de la porcelaine est très-avantageux ; on n'a pas cru devoir employer le verre, sur lequel peuvent agir à la longue les eaux pluviales contenant de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, etc.

Les eaux de pluie, recueillies à l'aide de cet appareil, ont été pesées, évaporées à sec (à 100°) dans une capsule de platine ; on a déterminé le poids

Fig. 7.



Coupe de l'appareil ci-contre.

des résidus obtenus, avant d'en faire l'analyse chimique et l'examen micrographique.

Voici quelques-uns des dosages que j'ai exécutés à Sainte-Marie-du-Mont sur les poids de ces sédiments :

1er juin 1875 : Pluie abondante vers la fin de la journée. Le récipient du collecteur après la pluie contenait $1^{kg},511$ de liquide ; le résidu sec pesait $0^{gr},261$.

2 juin 1875 : $7^{h}10^{m}$ du soir, pluie d'orage. —

Poids de l'eau recueillie, $4^{kg},304$. — Poids du résidu sec, $0^{gr},282$.

Des opérations semblables ont été faites pour les pluies des 5, 10, 11 et 12 juin. Je les résume dans le tableau suivant :

Dates.	Poids d'eau de pluie recueillie.	Poids du résidu sec séché à 100 degrés.	Poids du résidu calculé par litre.
	kg	gr	gr
1er juin 1875.....	1,511	0,261	0,1720
2 juin 1875.....	4,304	0,282	0,0654
5 juin 1875.....	1,663	0,125	0,0751
10 au 11 juin 1875...	2,190	0,051	0,0231
12 juin 1875..... .	3,070	0,102	0,0332
17 juin 1875.... ...	4,000	0,100	0,0250

Cette série est intéressante, en ce sens que la première pluie du 1er juin est tombée après une longue sécheresse ; elle représente en quelque sorte une des plus fortes quantités de sédiments que l'on puisse obtenir pour les eaux pluviales. L'air balayé par cette pluie du 1er juin fournit encore des poussières abondantes, puisque la pluie du lendemain donne $0^{gr},0654$ de sédiment par litre. Les 11 et 12 juin, cette quantité s'abaisse notablement et tombe à $0^{gr},023$.

L'analyse de ces sédiments a confirmé mes expériences précédentes ; ils avaient la composition suivante :

Matières organiques.....	30,00
Matières minérales (cendres).....	70,00
	100,00

Les cendres contenaient 40 de sels solubles dans l'eau, chlorures, sulfates alcalins, nitrates, etc. Les produits insolubles dans l'eau renfermaient des quantités considérables de carbonate de chaux, de silice, d'oxyde de fer, des traces de magnésie.

Les eaux de pluie à Paris donnent des sédiments plus abondants, qui atteignent parfois $0^{gr},421$ par litre, comme je l'ai constaté après la sécheresse de juin 1870. Le 8 juillet 1870, après des pluies antérieures, une eau de pluie recueillie sur les toits de la rue Michel-le-Comte de 2^h à 4^h n'a plus donné que $0^{gr},0658$ de sédiments par litre.

Les sédiments recueillis à Paris sont gris noirs, quand ils sont secs; ceux obtenus à Sainte-Marie-du-Mont sont, au contraire, presque tout à fait blancs.

Examen microscopique des eaux de pluie. — Quand on place une goutte d'eau de pluie sur le porte-objet du microscope, et qu'on l'examine sous un fort grossissement de 500 diamètres, on y aperçoit une infinité de corpuscules divers, appartenant au règne minéral, végétal et même animal : des grains de sable, de calcaire, de charbon, des débris d'étoffe, de bois, des parcelles animées du mouvement brownien, des grains de fécule, des grains de pollen, etc., et quelquefois des bactéries.

J'ai représenté (*Pl. I*) les corpuscules les plus remarquables que j'ai observés à différentes épo-

ques et dans des localités diverses. En voici l'énumération :

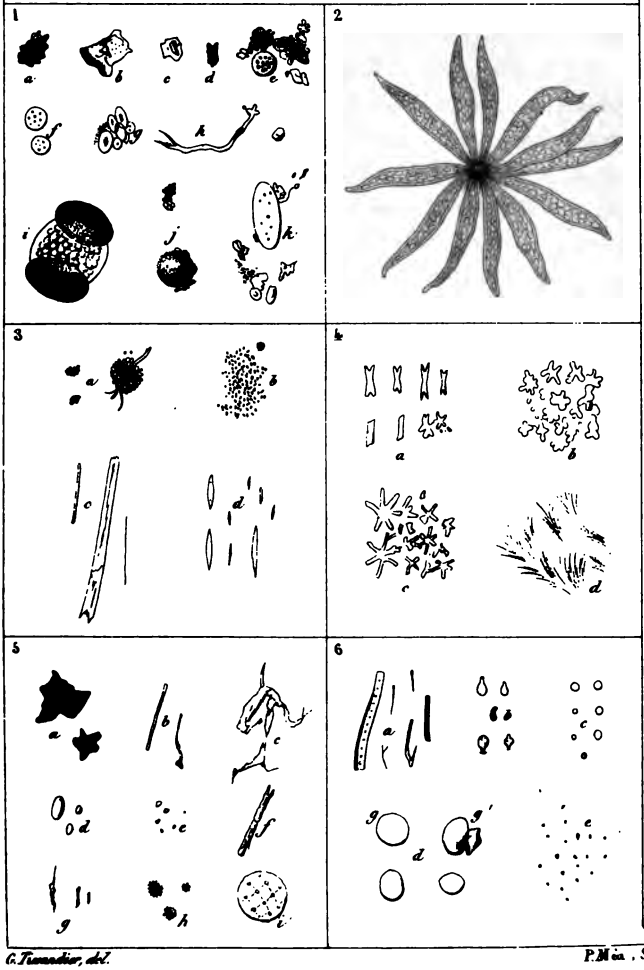
EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

N° 1. Pluie du 1er juin 1875, recueillie à Sainte-Marie-du-Mont (Manche) après une longue sécheresse. Cette pluie était très-chargée de corps étrangers : *a*, *d*, corpuscules noirs, opaques (charbon); *b*, *c*, substances minérales amorphes (silice, calcaire); *e*, *f*, *g*, *i*, *j*, *k*. Fécules diverses, graines, grains de pollen ; *h*, débris d'algue (?).

N° 2. La forme que je représente ici appartient assurément au règne animal. Quand je l'ai observée, les douze branches qui rayonnent autour d'un centre, à la façon d'une étoile de mer microscopique, étaient immobiles. L'animalcule, qui provenait probablement de la mer, était mort. Je l'ai trouvé dans le sédiment de l'eau de pluie tombée à Sainte-Marie-du-Mont, du 22 au 24 septembre 1875.

N° 3. Pluie neigeuse, recueillie à Paris le 13 mars 1876. J'y ai particulièrement remarqué une agglomération remarquable de sporules autour d'une tige d'algue (*a*), un groupement de corpuscules amorphes (*b*), des débris d'algues (*c*), et des corps d'une structure régulière, ressemblant pour quelques-uns à des diatomées (*d*).

Corpuscules observés
dans l'eau de pluie, de neige et de grêle $\left(\frac{500}{1}\right)$



G. Tissandier, del. P. Méa, Sc.

N° 4. Quand on laisse s'évaporer spontanément sur la lame de verre du microscope une goutte d'eau de pluie, on y trouve des cristallisations diverses, formées principalement sur les bords de la goutte d'eau. Les formes *a*, *b* sont très-fréquentes. La forme *c*, croix à six branches, se produit bien quand la cristallisation s'est faite très-lentement. La cristallisation en plumules *d* est assez rare. La figure que nous en donnons a été faite d'après une photographie microscopique que je dois au précieux concours de mes savants amis, MM. Paul et Prosper Henry, de l'Observatoire de Paris.

N° 5. Corpuscules observés dans les premières gouttes d'eau de pluie tombée à Paris le 1er juillet 1870 : *a*, corps noirs opaques, analogues à de la suie ; *b*, algues ; *c*, débris d'étoffe ; *d*, grains de fécule ; *e*, grains minéraux amorphes ; *f*, fragment de bois ; *g*, débris divers ; *h*, mousse (?) ; *i*, inconnu.

N° 6. Voir p. 30.

Poussière et sédiments contenus dans les eaux de neige. — Le volume considérable des flocons de neige, l'enchevêtrement des cristaux dont ils sont formés, la manière dont ils voltigent dans l'atmosphère pendant leur chute toujours lente, les rend particulièrement propres, plus encore que les gouttes de pluie, à saisir au passage toutes les poussières et les corpuscules aériens.

C'est ce que M. F. Pouchet avait déjà indi-

qué en 1860, lors de ses recherches sur les poussières (1) :

Il m'a semblé, dit le savant micrographe, que si quelque corps est propre à recueillir spontanément les divers corpuscules qui flottent dans l'atmosphère, c'est assurément la neige : la disposition physique de ses spongieux flocons et la configuration des petits cristaux étoilés, plumeux ou dentelés qui les forment, se trouvent parfaitement adaptées à cette mission.

M. Pouchet a observé l'eau de neige tombée à Rouen le 24 février 1860. Il a trouvé en abondance des *parcelles de fumée*, de la *fécule de blé*, une *matière verte organisée* (attribuée par l'auteur à celle qui recouvre les sculptures du monument où la neige a été recueillie); des *grains de silice*, de *calcaire*, deux *infusoires enkystés* ou œufs de $0^{mm},0325$ de diamètre, trois *navicules*, trois *bacillaires* et deux *bactériums*, quelques grains de pollen, des filaments de laine, et un brin de duvet d'oiseau.

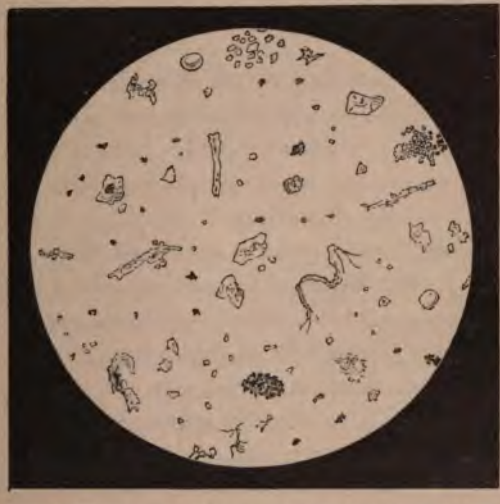
J'ai pu reconnaître, dans la neige tombée en France, du 16 décembre 1874 au 25 du même mois, la présence de substances étrangères très-abondantes, et mettre en évidence l'existence de matières salines étrangères. J'ai recueilli, au sommet des tours de Notre-Dame, les premières neiges du 16 décembre 1874, en ayant soin de ne prélever que les couches superficielles n'offrant aucun con-

---

(1) *Corps organisés recueillis dans l'air par la neige*, par M. F. Pouchet, 1860 (*Comptes rendus*, t. L, p. 532).

tact avec les objets terrestres. Une goutte de l'eau obtenue par la fusion de cette neige, examinée au microscope avec un grossissement de 500 diamètres, renfermait un nombre considérable de corpuscules, dont la *fig.* 8 représente exactement l'aspect. Il en

Fig. 8.



Goutte d'eau de neige vue au microscope. $\frac{500}{1}$.

fut à peu près de même pour une goutte d'eau de neige provenant de la campagne. Ces observations me déterminèrent à doser la quantité de ces substances étrangères; voici les chiffres qui résultent de quelques analyses :

Résidu sec obtenu par l'évaporation à 100° de 1^{lit} d'eau de neige.

	A Paris, dans une cour.	A Paris, en haut des tours de Notre-Dame.	A la campagne.
	gr	gr	gr
Premières neiges du 16 décembre 1874.	0,212	0,118	0,104
Neiges du 21 décembre	0,198	0,056	0,048

Les dernières neiges du 25 décembre donnaient encore un résidu très-appréciable, tant à Paris qu'à la campagne (0^{gr},016 à 0^{gr},024). Les corpuscules vus au microscope n'avaient plus qu'une dimension de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

Le résidu fourni par l'évaporation de la neige est une poudre impalpable, grisâtre, dont la matière organique, riche en carbone, brûle avec éclat. Les cendres s'élèvent à la proportion de 57 pour 100 à Paris, et à celle de 61 pour 100 à la campagne. L'analyse de ces cendres a encore confirmé mes premiers résultats sur la constitution des poussières aériennes : elles renferment de la silice, du carbonate de chaux, de l'alumine, des chlorures, des sulfates, du nitrate d'ammoniaque et des quantités de fer très-appréciables. Des résidus de neige, de provenances diverses, dissous dans l'acide chlorhydrique pur, m'ont toujours donné, en effet, une coloration rose avec le sulfocyanure de potassium.

M. Boussingault, dans ses analyses de l'eau de neige, y a reconnu et dosé le nitrate d'ammo-

niaque ; j'ai mis en évidence la présence de ce sel dans la neige par un procédé qui me paraît digne d'être signalé. Si l'on verse une goutte d'eau de neige sur une lamelle de verre et qu'on la laisse s'évaporer spontanément dans un air desséché, on aperçoit au microscope, dans le résidu obtenu, des cristallisations très-remarquables : tantôt ce sont de longues aiguilles, extrêmement minces, entremêlées de prismes droits à base hexagonale qui prennent naissance ; tantôt on aperçoit des étoiles à six branches et des cristallisations aux contours indécis, où les prismes se détachent d'une tige centrale pour servir de base à d'autres dentelures. Les *fig.* 9 et 10 donnent l'aspect de ces cristallisations, que j'ai dessinées à la chambre claire, sous un grossissement de 500 diamètres.

J'ajouterai que les cristaux formés par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige sont toujours réunis vers les bords extérieurs de la goutte et que les corpuscules se rassemblent au centre.

Ces cristaux, que j'ai pu accumuler par l'évaporation d'un litre d'eau de neige, sont formés de nitrate d'ammoniaque. Ils se dissolvent, en effet, dans l'alcool, se décomposent par la chaleur sans laisser de résidu, et renferment de l'acide nitrique et de l'ammoniaque ; mais, parmi les nombreuses cristallisations de résidus d'eau de neige que j'ai étudiées au microscope, j'en ai trouvé quelques-unes qui n'appartenaient pas au système rhomboïdal, et qui, par conséquent, n'étaient pas formées de ni-

trate d'ammoniaque. Dans le nombre, j'ai vu quelquefois des cubes nettement définis, qui appartenaient probablement au chlorure de sodium. J'ai aperçu, d'autres fois, des prismes à quatre pans, dont je ne saurais dire la nature. Je ferai remarquer,

Fig. 9.

Cristallisations obtenues par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige. $\frac{500}{1}$.

toutefois, qu'en jetant des flocons de neige dans des dissolutions sursaturées de sulfate de soude, la cristallisation a eu lieu instantanément, et que ce dernier sel cristallise bien en prismes à quatre pans [1].

---

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 4 janvier 1875.

Les cristallisations ne se forment bien que dans l'eau des premières pluies et des premières neiges.

Dans la *fig.* 11, j'ai dessiné des cristaux formés dans plusieurs expériences faites à l'observatoire de Sainte-Marie-du-Mont en juin 1875. On aper-

Fig. 10.

Cristallisations obtenues par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige. $\frac{200}{1}$.

çoit de fines dentelures, imitant l'aspect de fougères ou de plumules d'une grande délicatesse, de petits cristaux légèrement arrondis sur leurs angles et gracieusement ramifiés, des croix hexagonales à six branches, etc. Ces cristaux déli-

quescents ne tardent pas à perdre leur forme sous l'influence de l'humidité de l'air. On a pu toutefois en fixer quelques groupements par la photomicrographie.

Fig. 11.

Cristallisations obtenues par l'évaporation à sec d'une goutte d'eau de pluie. $\frac{500}{1}$.

La *fig.* 12 reproduit la plus belle cristallisation que j'aie obtenue par l'évaporation d'une goutte d'eau de neige. Je l'ai dessinée à la chambre claire, sous un grossissement de 500 diamètres; elle représente rigoureusement des cristaux formés sur le bord d'une goutte d'eau de neige évaporée,

recueillie à Paris le 11 janvier 1876. Cette forme singulière de glaives ou de croix est souvent affectée par le nitrate d'ammoniaque dans les eaux météoriques ; et, si l'on ne rencontre pas dans toutes les

Fig. 12.

Cristallisations obtenues par l'évaporation à sec d'une goutte d'eau de neige. $\frac{200}{1}$.

préparations un si remarquable groupement de cristaux en croix, on en trouve presque toujours, avec quelque attention, un certain nombre, isolés çà et là dans le dépôt.

J'ai cherché à reproduire artificiellement de sem-

blables cristallisations, au moyen d'une solution très-étendue de nitrate d'ammoniaque, mais c'est en vain que j'ai varié les modes d'évaporation : je n'ai toujours produit dans ce cas que des cristaux uniformes, ramifiés de la même façon autour d'une tige médiane, ou quelques prismes isolés. J'attribue le mode de cristallisation particulier du nitrate d'ammoniaque dans les eaux météoriques à la matière organique que ces eaux contiennent, et qui me paraît digne d'être étudiée d'une façon spéciale.

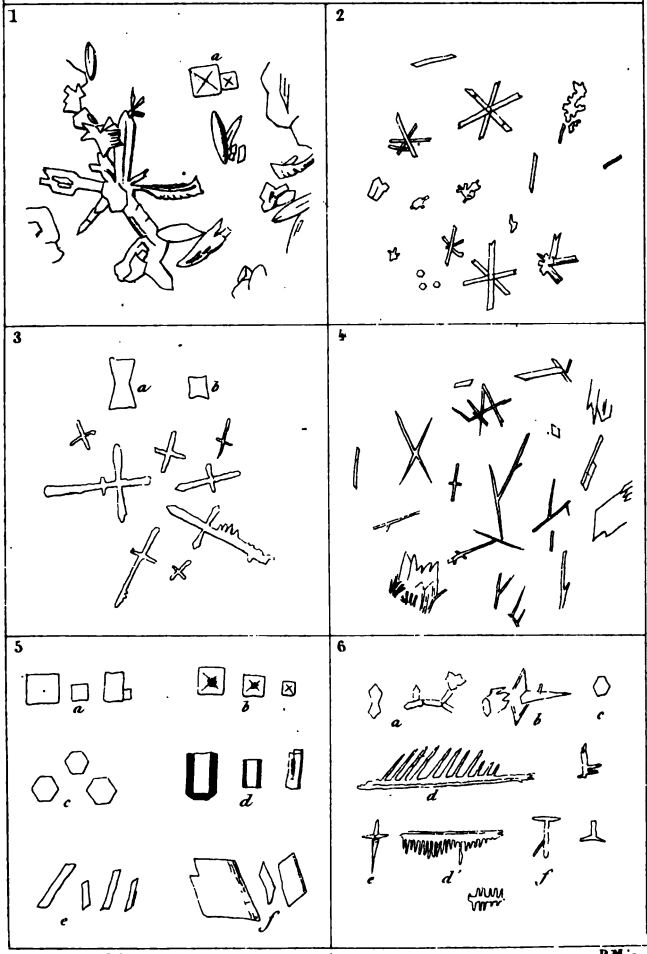
Dans les évaporations nombreuses que j'ai faites d'eaux de pluie ou neige, dans le but d'en séparer le sédiment, j'ai remarqué que le fond du vase où s'exécutait l'opération se tapissait d'une substance très-cassante et dure, tout à fait analogue d'aspect à de l'albumine coagulée. La présence de cette matière organique particulière dans une solution me semble devoir exercer une influence sur les cristallisations qui s'y forment.

La *Pl. II* donne le tableau de quelques-unes des observations complémentaires que j'ai faites depuis plusieurs années.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

N° 1. Cristallisation obtenue par l'évaporation d'une goutte d'eau de pluie. Premières gouttes tombées à Paris le 1er juillet 1870 et recueillies à $4^h 35^m$ du soir. *a*, cubes pyramidés.

Cristallisations obtenues par l'évaporation d'eaux de pluie et de neige. $\left(\frac{500}{1}\right)$



C. Tisandier, del. P. Méa. Sc.

N° 2. Eau de pluie du 8 juillet 1870. Cristallisations observées sur les bords d'une goutte évaporée à sec.

N° 3. Cristaux obtenus par l'évaporation à sec de l'eau de neige tombée à Paris le 12 janvier 1876. *a*, *b*, cristaux assez rares.

N° 5. Formes diverses observées dans plusieurs préparations : *a*, cubes; *b*, octaèdres (?); *c* et *d*, prismes droits à base hexagonale vus dans deux positions différentes; *e*, *f*, prismes obliques.

N°4 . J'ai tenté de reproduire artificiellement ces cristallisations des eaux météoriques. J'ai recueilli des poussières atmosphériques, et, les lavant à l'eau distillée, j'ai examiné au microscope une goutte de l'eau de lavage évaporée à sec ; les formes que j'ai observées et que j'ai dessinées dans cette figure diffèrent sensiblement des précédentes.

N° 6. J'ai mieux réussi par l'évaporation d'une dissolution très-étendue de nitrate d'ammoniaque. Les formes *a*, *b*, *c*, *d*, *d'* rappellent sensiblement celles qui se produisent par l'évaporation des eaux météoriques. Les cristaux en croix n'ont pu être formés que très-imparfaitement (*e*, *f*), même en additionnant au préalable la solution d'une petite quantité de gomme ou de dextrine.

Corpuscules contenus dans la grêle. — Les chutes de grêle ne sont pas fréquentes dans les régions où j'ai fait mes expériences; elles sont en

outre si soudaines et si promptes qu'il n'est pas toujours facile de recueillir les premiers grêlons. Voici les curieux résultats d'une observation faite au commencement de 1876.

Pl. I, n° 6. — Grêle du jeudi 9 mars 1876. *a*, algues diverses; *b*, infusoires divers; quand je les ai vus, ils étaient sans mouvement; *c*, corpuscules organisés sphériques; *e*, corpuscules très-abondants, animés d'un fort mouvement de trépidation. J'appelle surtout l'attention sur de curieux globules sphériques *d*, d'une transparence complète, et qui étaient constitués d'une substance ayant l'apparence gélatineuse. Le liquide s'étant évaporé, pendant l'évaporation je vis un de ces globules *g* se contracter (*g'*) sous le contact d'un petit corpuscule pierreux. Je rapprocherai cette observation de ce fait singulier que mentionne Ehrenberg :

Un administrateur de la pharmacie Heepen, près de Bielefeld, m'a appris que, le 14 janvier 1860, M. le Dr Stohlmann avait recueilli une poussière brune dont la neige était chargée. L'ayant examinée au microscope, il y trouva, à côté de petits cristaux en quartz, des animalcules vivants de forme sphérique, dont les plus grands avaient la grosseur d'une lentille. Ce n'étaient pas des infusoires; je n'en fus pas moins saisi d'étonnement, à l'idée d'êtres organiques, vivant dans la neige fondue (1).

Corpuscules contenus dans l'eau de rosée. — J'ai examiné au microscope des gouttes de rosée

(1) *Bericht über die zur Bekauntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl Preuss. Akademia der Wissenschaften zu Berlin.* 1860.

recueillies sur un brin d'herbe, ou formées artificiellement au moyen d'un mélange réfrigérant placé dans un tube de verre ; j'ai encore employé l'éther à travers lequel je faisais passer un courant d'air.

Les gouttelettes de rosée qui se condensent à la surface du tube, dont la surface a été préalablement nettoyée avec soin, sont placées sur une lame de verre et soumises à l'inspection microscopique. Les expériences ont été faites le matin à Sainte-Marie-du-Mont, dans le courant de juillet 1876.

Voici les substances que j'y ai rencontrées sous un grossissement de 500 diamètres, et que j'ai classées méthodiquement dans la *Pl. III.*

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

N° 1. *a.* Corpuscules sphériques transparents, observés dans une goutte de rosée condensée artificiellement par l'éther (23 juillet 1876, 8^{h} du matin).

b. Corpuscules analogues, observés le lendemain 24, à 6^{h} du matin, dans une goutte de rosée recueillie à la surface du collecteur de porcelaine.

c. Grains de pollen (?) observés dans une goutte de rosée, prélevée sur un brin d'herbe (21 juillet 1876, 5^{h} du matin).

d. Infusoires (?), goutte condensée par l'éther (23 juillet 1876).

e, f. Non définis (21 et 23 juillet 1876).

N° 2. Les microzoaires, bactéries, monades, etc.,

sont abondants dans l'eau de rosée. Les corpuscules organisés représentés dans notre gravure étaient animés d'un double mouvement de trépidation et de progression très-intense.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* représentent les différentes formes observées dans six préparations différentes, obtenues par l'eau de rosée condensée artificiellement ou dans celle recueillie sur le collecteur de porcelaine, quand elle s'y était formée naturellement. Ces corpuscules sont quelquefois d'un aspect foncé (*b*, *c*) et dans ce cas leur faible dimension rend leur nature douteuse.

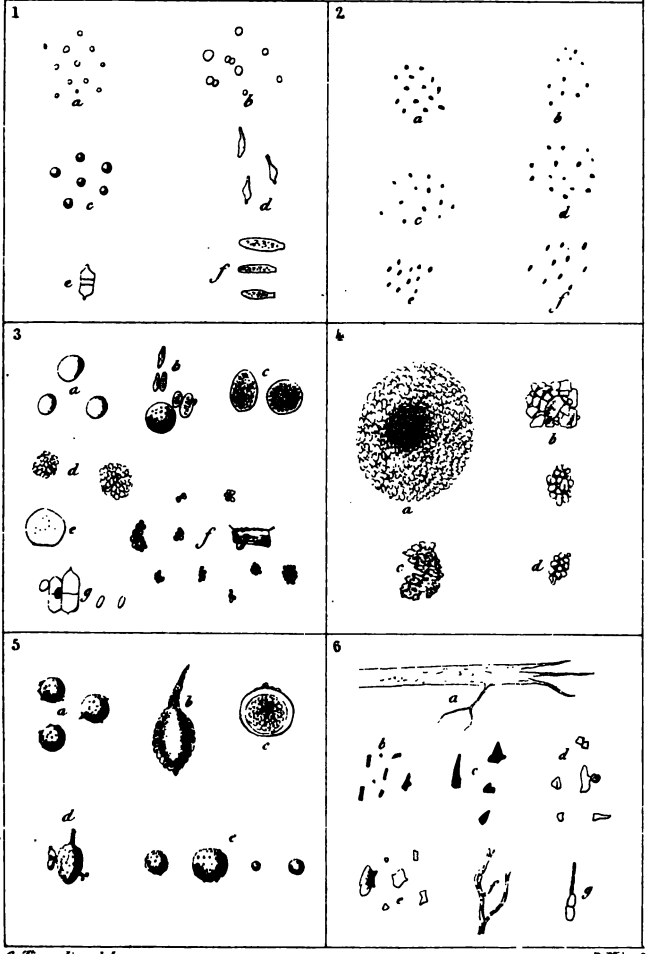
N° 3. Les produits végétaux sont très-abondants dans l'eau de rosée. On en voit groupés un certain nombre dans cette figure : *a*, grains de pollen (?); *b*, grains de fécule; *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, sporules, mousses, corpuscules non définis.

N° 4. J'ai réuni dans cette figure des produits que j'ai observés fréquemment et qui offrent l'aspect de mousses ou de moisissures : *a* présentait une couleur d'un beau jaune clair; *b*, *c*, *d*, d'un vert très-tendre.

N° 5. *a*, *e*, différentes espèces de grains de pollen; *b*, *c*, *d*, non définis.

N° 6. Corpuscules divers : *a*, *f*, algues ; *b*, *c*, corpuscules minéraux à surface angulaire, très-noirs; *d*, *e*, corps amorphes très-transparents, silice; *g*, non défini.

Corpuscules observés
dans l'eau de rosée naturelle ou condensée artificiellement. $\left(\frac{500}{1}\right)$



G. Tissandier, del. P. Méa, Sc.

II.

Sur l'existence de corpuscules ferrugineux et magnétiques dans l'atmosphère.

Si les poussières aériennes recueillies par l'une ou l'autre des méthodes que j'ai décrites sont placées sur une feuille de papier glacé; si l'on y promène un aimant dans tous les sens et à plusieurs reprises, un grand nombre de corpuscules adhèrent à l'aimant. A l'aide d'un pinceau, je les fais tomber sur une autre feuille de papier; puis, en m'aidant d'une loupe, j'approche de ces poussières un second aimant, et j'en vois un certain nombre qui s'y précipitent violemment, tandis que celles qui n'avaient été retenues que par l'adhérence due à leur ténuité restent sur le papier. Je réunis les premières sur le porte-objet du microscope, pour les examiner sous un grossissement de 500 diamètres.

Les parcelles aériennes attirables à l'aimant sont de nature très-différente et peuvent se diviser ainsi : fragments grisâtres, amorphes, de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre; particules noires et opaques ma-

melonnées beaucoup plus petites, de $\frac{5}{100}$ à $\frac{1}{100}$ de millimètre ; particules fibreuses de même grandeur ; corpuscules noirs et opaques parfaitement sphériques, de $\frac{2}{100}$ à $\frac{1}{100}$ de millimètre de diamètre environ ; corpuscules sphériques semblables, munis d'un petit goulot.

Ces corpuscules attirables à l'aimant sont essentiellement formés de fer. Je les ai rencontrés dans presque toutes les poussières atmosphériques que j'ai examinées : dans le sédiment de la neige des Alpes prélevée par mon frère, M. Albert Tissandier, lors de son ascension du mont Blanc en 1874, au col des Fours, à 2710^{m} d'altitude ; dans les sédiments provenant de pluies recueillies pendant plusieurs mois à l'observatoire météorologique de Sainte-Marie-du-Mont (Manche), au milieu de vastes herbages et non loin du voisinage de la mer ; dans plus de quarante échantillons de poussières aériennes recueillis, depuis 1871 jusqu'à ce jour, dans des localités différentes et sur des monuments élevés. Les figures suivantes (*fig.* 13, 14,

Fig. 13.

Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la neige du mont Blanc, à 2710^{m} d'altitude (juillet 1874). $\frac{500}{1}$.

15 et 16) reproduisent l'aspect le plus caractéristique de quelques-uns de ces corpuscules, dont

j'ai fait un grand nombre de préparations microscopiques. (*Voir* aussi p. 51.)

Pour donner une idée de l'abondance de ces

Fig. 14.

Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans le sédiment de la pluie tombée à Sainte-Marie-du-Mont (Manche) le 11 juin 1875. $\frac{500}{1}$.

Fig. 15.

Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans la poussière déposée sur une surface de 1^{m} carré, à St-Mandé (1er mai 1871). $\frac{500}{1}$.

Fig. 16.

Corpuscules attirés par l'aimant, recueillis dans la poussière apportée par le vent dans une des tours de Notre-Dame fermée aux visiteurs. $\frac{500}{1}$.

corpuscules dans les poussières aériennes, je reproduis les observations que j'ai notées depuis plusieurs années.

Paris, juillet 1870. — Poussières des tours de Notre-Dame. Sphérules attirables à l'aimant en nombre considérable.

Saint-Mandé, août 1870. — Poussières tombées en vingt-quatre heures sur une surface de 1^{mq} : deux corpuscules attirables à l'aimant, amorphes.

Sainte-Marie-du-Mont. — Corpuscules magnétiques recueillis sur la table à poussières en nombre plus ou moins considérable, souvent 2 à 3 parcelles seulement; les 26, 28, 30, 31 mai 1875 ; les 13, 19, 21, 24, 27 juillet 1876, etc. Dans les sédiments des eaux de pluie, les 2, 5, 10, 11, 17 juin 1875 ; le 8 août 1875 ; les 22, 28, juillet 1876.

L'examen des poussières recueillies à Calais, en Bretagne, en Suisse, m'a toujours donné les mêmes résultats. J'ai donc été conduit à reconnaître la présence, sinon constante, au moins très-fréquente, de corpuscules ferrugineux en suspension dans l'atmosphère.

M. Schœnauer, dans un remarquable travail entrepris sous la direction de M. Marié-Davy à l'Observatoire de Montsouris, sur les *Poussières de l'atmosphère*, travail dont nous rendons compte dans un autre opuscule (1), a confirmé mes observations, en ce qui concerne la présence dans l'air de granules ferrugineux (2).

---

(1) *Les Germes de l'air.*

(2) *Bulletin mensuel de l'Observatoire de Montsouris*, t. V, année 1876, p. 11.

M. Young, préparateur de microscopie à l'Université de Genève, a récemment présenté à l'Académie des Sciences la Note suivante, que je reproduis *in extenso :*

Nous avons entrepris pendant les hivers 1874-1875 et 1875-1876 des analyses de résidus de neige, afin d'y déceler la présence de deux corps simples : le fer et l'iode. Ces recherches, au moins en ce qui concerne le fer, ont pris de l'importance depuis les intéressants travaux de MM. Nordenskiöld et Tissandier.

Nous avons recueilli la neige à plusieurs reprises, en diverses altitudes qui sont : Montreux, au bord du lac Léman (375^m), la station des Avants, au-dessus de Montreux (979^m), et l'hospice du Saint-Bernard (2491^m), et toujours dans les mêmes conditions, n'y intéressant qu'une couche moyenne distante du sol et de la surface. Nous avons examiné les résidus de ces neiges au microscope et nous les avons comparés aux poussières recueillies dans les clochers de plusieurs cathédrales (Paris, Varsovie, Samara sur le Volga, Genève, Lausanne, etc.). De plus, nous sommes parvenu à estimer d'une manière relative la quantité de fer contenue dans ces neiges, en nous basant sur l'intensité de la coloration produite par le sulfocyanure de potassium dans une quantité donnée de résidu.

Ce travail nous a conduit aux conclusions suivantes :

1° Le fer existe dans toutes les poussières accumulées depuis des siècles dans les clochers d'églises. Il y possède une forme globulaire caractéristique, fort bien représentée par M. Tissandier ([1]), indiquant qu'il a été porté à une haute température.

2° Ce fer flottant dans l'atmosphère est entraîné par la neige dans sa chute; nous l'y avons retrouvé dans tous les cas, par les procédés chimiques.

3° Malgré nos soins et notre désir, nous n'avons pas rencontré dans les résidus de neige le fer avec la forme globulaire, mais toujours en fragments irréguliers.

4° Le fer est toujours en plus forte proportion dans les neiges

---

([1]) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXI, p. 576.

des régions inférieures que dans les neiges recueillies à de plus grandes altitudes.

5° Quoique ayant scrupuleusement suivi les indications données par M. Chatin dans son Mémoire du 10 janvier dernier (1), relativement à la recherche de minimes quantités d'iode, nous n'avons pas réussi à constater la présence de ce métalloïde dans les neiges que nous avons examinées.

Nous nous proposons de poursuivre ces recherches sur des masses de neige plus considérables, afin d'y constater, s'il y a lieu, la présence du nickel, du cobalt et du phosphore, comme M. Nordenskiöld l'a fait pour les glaces polaires. Nous aurions là une excellente preuve de l'origine cosmique de ce fer. Nous pensons aussi qu'il serait bon de laver et doser les poussières d'une quantité donnée d'air à différentes époques de l'année, afin de saisir le phénomène dans ses variations. Il est à présumer que cette poussière métallique doit se rencontrer en plus grande abondance dans notre atmosphère, à la suite des pluies d'étoiles filantes des mois d'août et novembre (2).

Avant d'aborder la question de l'origine de ces corpuscules ferrugineux atmosphériques, je crois devoir résumer des observations antérieures qui se rattachent à cette étude.

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII, p. 128.

(2) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 17 juillet 1876, t. LXXXIII, p. 242.

III.

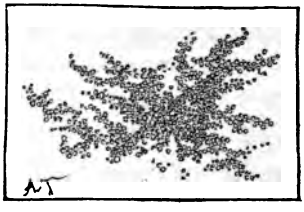
Les poussières cosmiques ou les météorites microscopiques.

On sait que, en outre des corpuscules ténus que l'air tient toujours en suspension à la surface de la terre, on a souvent constaté des pluies de poussières, d'une intensité extraordinaire. Parmi ces chutes de poussières, il en est, et c'est ce qui a lieu le plus fréquemment, qui sont constituées par le sable fin des plages terrestres, mais il en existe d'autres qui proviennent incontestablement des débris pulvérisés de météorites.

Pendant une traversée du navire *Josiah-Bates*, dans les eaux de la mer des Indes, au sud de Java, dans la nuit du 24 au 25 janvier 1859, les marins formant l'équipage de ce vaisseau virent tomber sur le pont une fine poussière qui y forma bientôt un dépôt d'une assez grande abondance. Le capitaine du *Josiah-Bates* recueillit cette poussière, et, à son retour à Washington, il la soumit à l'examen de Maury. Celui-ci crut devoir l'envoyer à Ehrenberg.

Le savant micrographe examina au microscope cette curieuse poussière aérienne, qui, à l'œil nu, offrait l'aspect de petits grains agglomérés (*fig.* 17);

Fig. 17.



Aérolithes microscopiques, grandeur naturelle.
(D'après Ehrenberg.)

il reconnut qu'elle était due à des gouttelettes solidifiées et creuses, analogues aux larmes bataviques (*fig.* 18). L'analyse de cette substance démontra qu'elle était formée de fer métallique uni à de l'oxydule de fer métallique. Ces petites ampoules de fer avaient certainement subi une fusion, comme leur forme l'indiquait ; Ehrenberg et le baron Reichenbach n'hésitèrent pas à les considérer comme des parcelles provenant d'une masse de fer météorique, rendue incandescente par son frottement dans les couches aériennes ([1]).

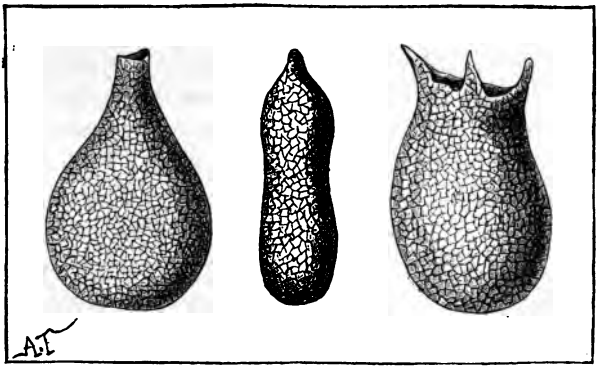
De semblables parcelles semblent provenir de la fusion superficielle de météorites. Dans d'autres cas, les poussières cosmiques peuvent être la consé-

---

([1]) *Annales de Poggendorff.*

quence de la simple désagrégation de ceux-ci, comme l'a très-bien indiqué M. Daubrée dans son

Fig. 18.



Aérolithes microscopiques très-grossis. (D'après Ehrenberg.)

beau Mémoire sur les *météorites* (1), à propos de la météorite d'Orgueil.

La météorite charbonneuse d'Orgueil, dit M. Daubrée, si intéressante à plusieurs points de vue, a été très-instructive en ce qui regarde l'existence des poussières météoriques; elle est friable au point que certains échantillons se réduisent en poudre par la simple pression entre les doigts. On peut donc s'étonner qu'ils soient arrivés entiers à la surface du globe. Peut-être s'explique-t-on ce fait en remarquant les deux circonstances suivantes. D'abord chaque fragment était enveloppé, au moment de la chute, d'une croûte vitrifiée, plus solide que le reste de la masse. En outre, les diverses parties de la météorite sont cimentées par des sels alcalins; l'eau, en dissolvant ce ciment, amène la désagrégation complète de la météorite, qui se réduit

(1) *Journal des Savants*, 1870.

en une poussière de la plus grande ténuité [1]; de sorte que si, le 14 mai 1864, le ciel, au lieu d'avoir été parfaitement pur, se fût trouvé pluvieux ou simplement couvert de couches de nuages, à travers lesquelles ces pierres auraient dû passer, on n'aurait pu recueillir qu'une boue visqueuse, comparable à celles dont on a observé la chute dans plusieurs circonstances.

L'abbé Richard rapporte plusieurs exemples de pluies de feu, qui nous paraissent devoir être attribuées à des débris incandescents de météorites. Au mois de novembre 1741, un nuage chassé par un vent d'est très-violent, après s'être heurté plusieurs fois contre les montagnes qui sont au-dessus de la ville d'Almérie, au royaume de Grenade en Espagne, se brisa et il en sortit une pluie d'étincelles ardentes, qui non-seulement mirent le feu à toute la campagne des environs, mais encore à une partie de l'escadre commandée par M. de Court, et qui était alors au port d'Almérie [2].

Voici un autre fait du même ordre, extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences* (1695).

Le 10 mars 1695, sur les 7h du soir, il s'éleva à Châtillon-sur-Seine un grand orage : la tête de la nuée qui paraissait l'exciter étant enflammée, l'air parut tout en feu; ceux qui le virent en furent fort effrayés et crurent que les villages voisins étaient entièrement consumés par le feu qui tombait de tous côtés en étincelles semblables à celles qui sortent du fer rouge quand on le bat. Après être tombées, elles roulaient quelque temps à terre et devenaient bleues; elles s'éteignaient ensuite.

---

(1) La poudre dont il s'agit traverse même les filtres les plus serrés.

(2) *Histoire naturelle des météores*, t. V, p. 370, et *Météorologie religieuse et mystique*, par E. Grellois, p. 219; Metz, 1870.

Cette pluie de feu dura un quart d'heure, occupa un grand terrain où elle ne causa pas d'incendie; à la queue de l'orage, la neige tombait à grands flocons.

Arago, dans son *Astronomie populaire* (1), s'exprime ainsi au sujet des chutes de poussières :

L'observation attentive des chutes de poussières fait présumer qu'elles ne diffèrent pas essentiellement des chutes d'aérolithes ordinaires (2). Quelquefois elles ont été accompagnées de chutes de pierres, comme aussi d'un météore de feu. Les poussières paraissent contenir à peu près les mêmes substances que les pierres météoriques. Il semble qu'il n'y ait d'autre différence que dans la rapidité avec laquelle ces amas de matière chaotique, dispersés dans l'univers, arrivent dans notre atmosphère.

Arago a dressé un catalogue des principales chutes de poussières cosmiques que l'histoire a enregistrées. Nous en extrayons quelques-uns des faits les mieux caractérisés.

L'an 472 de notre ère (suivant la chronologie de Calvisius, Playfair, etc.), le 5 ou le 6 novembre, grande chute de poussière noire (probablement aux environs de Constantinople); le ciel semblait brûler.

1586, 3 décembre, à Verde, en Hanovre, chute de beaucoup de matière rouge et noirâtre, avec éclairs et tonnerre (météore de feu et détonation). Cette matière brûlait les planches sur lesquelles elle tombait. (Manuscrit de Salomon, sénateur à Brème).

1618, août : Chute de pierres, météore de feu et pluie d'une matière semblable à du sang, en Styrie (de Hammer).

1704, 4 janvier : Globe de feu sur la tour de l'église du Quesnoy, qui rejaillit sur la place environnante en pluie de feu.

1719. Chute de sable dans la mer Atlantique (latitude septentrionale 45°, longitude 322°45′), accompagnée d'un mé-

---

(1) Arago, *Astronomie populaire*, t. IV, p. 208.

(2) Arago est ici beaucoup trop absolu. Il revient du reste sur cette opinion exclusive, comme nous le verrons dans la suite.

téore lumineux (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1719, partie historique, p. 23).

1737, 21 mai, chute de terre attirable à l'aimant sur la mer Adriatique, entre Monopoli et Liosa (ZANICHELLI, *Opuscoli di Calogera*, t. XVI).

1813, 13 et 14 mars en Calabre, Toscane et Frioul, grande chute de poussière rouge et de neige rouge, avec beaucoup de bruit. Il tomba en même temps des pierres à Cutro, Calabre (*Bibl. Brit.*, octobre 1813 et avril 1814). Sementini a trouvé dans la poussière : silice, 33; alumine, 15 1/2; chaux, 11 1/4; fer, 14 1/2; chrome, 1; carbone, 9. La perte de l'analyse a été de 15 pour 100.

1814, 3 et 4 juillet, grande chute de poussière noire au Canada, avec une apparition de feu qui rend cet événement semblable à celui de 472, cité plus haut, p. 209 (*Philos. Magaz.*, vol. XLIV).

1815, vers la fin de septembre, la mer, au sud des Indes, fut couverte de poussière sur une très-grande étendue, probablement à la suite d'une chute cosmique. (*Philos. Magaz.*, juillet 1816).

1819, en novembre, à Montréal et dans la partie septentrionale des États-Unis. Pluie et neige noire accompagnées d'un obscurcissement du ciel extraordinaire, de secousses analogues à celles ressenties pendant les tremblements de terre, de détonations semblables à des explosions d'artillerie et d'apparitions qu'on a prises pour des éclairs très-forts (*Ann. de Chimie*, t. XV). Quelques personnes ont attribué le ph nomène à l'incendie d'une forêt; mais le bruit, les secousses et toutes les circonstances de cette apparition montrent que c'était un véritable météore.

1824, 13 août, à Mendoza, dans la République de Buenos-Ayres. Poussière qui tombait d'un nuage noir; à une distance de 40 lieues, le même nuage se déchargea encore une fois (*Gazette de Buenos-Ayres*, 1er novembre 1824).

M. E.-H. von Baumhauer, dans un curieux Mémoire intitulé : *Sur l'origine des aurores polaires*, et publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome LXXIV, page 678, cite le fait suivant :

Plus d'une fois on a observé des chutes de grêle dans lesquelles les grêlons avaient un noyau métallique, et je présume que le fait se présenterait fréquemment, si l'on se donnait plus souvent la peine d'examiner les grêlons. C'est ainsi, par exemple, que Eversman a trouvé dans des grêlons, tombés à Sterlitamack, dans la province d'Orembourg, en Russie, des octaèdres obtusangles de sulfure de fer, dans lesquels Herman a dosé 90 pour 100 de fer. De même, il est tombé, le 21 juin 1821, dans la province de Majo, en Espagne, des grêlons avec noyaux métalliques où Pictet a constaté la présence du fer au moyen du ferrocyanure de potassium. Mais ce qui mérite surtout notre attention, c'est la chute à Padoue, le 26 août 1834, de grêlons avec des noyaux de couleur gris cendré. Ces noyaux, examinés par Cozari, consistaient en grains de diverses grosseurs, dont les plus gros étaient attirables à l'aimant et furent trouvés composés de fer et de nickel. L'identité de cette matière avec celle des aérolithes ne peut guère faire l'objet d'un doute.

Le *Cosmos*, dans son numéro du 29 décembre 1864, publie, sous le titre : *Sur les étoiles filantes en rapport avec la surface terrestre*, les lignes suivantes :

M. de Reichenbach a publié sur ce sujet, dans les *Annales de Poggendorff*, un travail curieux dont nous allons faire connaître les points les plus saillants. L'auteur insiste beaucoup sur la formation granuleuse des météorites, qui peuvent exister aussi bien à l'état de poussière impalpable, répandue dans les espaces, que sous forme de conglomérats, du poids de plusieurs centaines de kilogrammes. Ce sont, dit-il, ces grains impalpables, qui, en pénétrant dans notre atmosphère, s'échauffent, se fondent et nous apparaissent sous forme d'étoiles filantes. A l'aide du télescope, on peut en distinguer des amas considérables pareils à des étoiles de 8e et de 10e grandeur. Quelque ténue que soit cette poussière météorique, elle doit, en pénétrant dans notre atmosphère, communiquer quelque chose de matériel à la surface de la terre. Mais comment parvenir à le démontrer. Voici le procédé suivi à cet égard par M. de Reichenbach.

L'auteur avisa une montagne couverte de hêtres, le Labisberg,

de 400 mètres de haut, et se mit à analyser quelques poignées de terre, choisie le plus près possible du sommet de cette montagne, dans les endroits où jamais l'homme n'avait porté ni pioche, ni hache. A sa grande surprise, il constata des traces sensibles de nickel et de cobalt. Il répéta le même essai sur des terres prises dans d'autres localités et il obtint toujours à peu près les mêmes résultats.

Dans son livre *Meteors, aerolites and falling stars* (London, 1867), M. T.-L. Phipson s'exprime ainsi :

Depuis que le baron Reinchenbach a essayé de recueillir la poussière des étoiles filantes sur les hauteurs dénudées de l'Allemagne centrale, j'ai moi-même, par hasard, et tout en faisant des études bien différentes, découvert un moyen de recueillir une partie de cette poussière météorique à certaines époques de l'année, après les grandes pluies d'étoiles filantes d'août et de novembre. J'ai fréquemment exposé à l'air une plaque de verre recouverte d'une substance transparente mucilagineuse pour recueillir les diverses particules organiques qui flottent dans l'air, et qui peuvent être ainsi étudiées au microscope. Ce genre d'expérimentation m'a fourni de curieux résultats à Bruxelles, à Paris et à Londres. A Bruxelles et à Paris, j'ai trouvé de cette manière, quand le vent était dans une direction favorable, des poils de diverses plantes alpines, en outre de nombreux animalcules, grains de quartz, etc. Pour cette expérience, j'ai employé une petite plaque de verre recouverte de glycérine, exposée à des vents du sud qui soufflaient à une vitesse de 40 milles à l'heure. En examinant les corpuscules en contact avec la plaque du microscope, nous trouvons que l'atmosphère apporte de cette manière un grand nombre d'objets curieux qui, nécessairement, échappent aux méthodes habituelles d'analyse chimique.

J'ai trouvé, quand le verre, recouvert de glycérine pure, est exposé à un fort vent vers la fin de novembre, qu'il est recouvert d'un certain nombre de *particules noires angulaires* (*black angular particles*) et qu'on peut en recueillir trois ou quatre dans l'espace de deux heures.

Si l'on fait l'expérience un plus peu loin dans la campagne, en

dehors des fumées de la ville, les particules noires se montrent exactement de même. Toutefois, elles ne sont ni charbonneuses, ni recouvertes de suie; elles peuvent se dissoudre dans une forte solution d'acide chlorhydrique, et produisent du chlorure de fer jaune sur la plaque de verre.

C'est tout ce que j'en sais actuellement; il est possible que ces particules foncées soient formées des éléments de la poussière météorique laissée dans l'air par les milliers d'étoiles filantes qui sont incomplétement brûlées dans leur passage rapide à travers l'atmosphère.

Quoique j'aie fait ces expériences à diverses époques de l'année et dans différents pays, c'est seulement dans les mois d'hiver que j'ai trouvé ces particules noires, qui donnaient du chlorure de fer par le contact de l'acide chlorhydrique.

Dans la séance de l'Académie des Sciences du 18 août 1873, M. Daubrée présenta les premières observations de l'illustre savant norwégien, M. Nordenskiöld, *Sur les poussières charbonneuses avec fer métallique qu'il a observées dans la neige*, pendant le cours de ses voyages arctiques.

A notre premier essai pour pénétrer dans notre station d'hiver, à travers les champs de glace, dit M. Nordenskiöld, j'eus une excellente occasion de renouveler cette observation (l'auteur dit précédemment qu'il a trouvé des parcelles métalliques dans la neige) sur une glace flottante; j'observai à sa surface et à quelques centimètres plus bas une poussière grise mêlée de petits grains magnétiques. La neige recueillie dans ces conditions me fournit, après fusion, un résidu peu abondant. La poussière grise consistait, pour la plus grande partie, en diatomées entières ou brisées, et les points noirs, d'une grandeur atteignant $\frac{1}{4}$ de centimètre, contenaient du fer métallique entouré d'oxyde de fer et contenant probablement aussi du charbon. A plusieurs reprises, j'ai constaté la présence du fer métallique, qui se décèle aussi en précipitant le cuivre d'une dissolution de sulfate de ce même métal. Cette dernière observation me paraît prouver que la neige

et la pluie amènent des poussières cosmiques en petite quantité [1].

Le 26 janvier 1874, M. Daubrée a communiqué à l'Académie une nouvelle Lettre de M. Nordenskiöld; nous en extrayons le curieux passage suivant :

J'ai enfin analysé la substance métallique que j'ai trouvée dans la poussière charbonneuse recueillie sur la glace et la neige pendant la dernière expédition, par 80° de latitude, et, en 1870, sur l'Inlandis (mer de glace intérieure du Groënland). La quantité de substance dont j'ai pu disposer était trop minime pour qu'il pût être question d'une analyse quantitative; mais, en dissolvant cette poussière dans l'eau régale, séparant le fer par l'ammoniaque en excès, précipitant les autres métaux par le sulfhydrate d'ammoniaque, puis traitant le précipité au chalumeau avec du borax, j'ai pu constater la *présence du nickel et du cobalt*. Quant au fer hydraté précipité avec l'ammoniaque, après avoir été de nouveau dissous par l'acide nitrique et précipité avec du molybdate d'ammoniaque, il donne la réaction du phosphore.

J'ai encore examiné de la grêle, tombée à Stockholm l'automne dernier, et j'y ai trouvé de petits grains noirs qui, triturés entre deux mortiers d'agate, donnaient des lames de fer métallique. Malheureusement, cette grêle était tombée dans une ville où toutes les maisons sont recouvertes de toits en fer, et je ne mentionne ce fait que pour engager d'autres observateurs à renouveler ces observations dans des conditions plus favorables. Je suis personnellement convaincu que la grêle s'était condensée autour de grains minimes d'une origine cosmique flottant dans l'air, et que ce fer était de la même origine que le fer trouvé dans la neige par moi, à Stockholm, et par mon frère en Finlande; mais il y a toujours une grande différence entre une conviction personnelle et une conviction scientifique; je regarde cependant comme prouvée par toutes ces observations l'existence d'une poussière cos-

---

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXVII, p. 464.

mique tombant imperceptiblement et continuellement, fait d'une importance immense, non-seulement pour la Physique du globe, mais encore pour la Géologie et les questions pratiques, par exemple pour l'Agriculture, en raison du phosphore.

On trouve quelquefois cette poussière accumulée en assez grande quantité par les torrents glaciaires. Une odeur très-désagréable qui caractérisait cette poussière annonçait qu'elle contenait une substance organique sujette à la fermentation et, chose très-curieuse, cette substance organique donne, avec l'ammoniaque, la même solution brun foncé que la matière charbonneuse que laisse le fer d'Ovifak après sa solution dans l'acide nitrique; elle prête aussi la même résistance aux liquides oxydants les plus énergiques (1).

Analyse chimique des corpuscules ferrugineux atmosphériques. — Pour arriver à pouvoir faire l'analyse des corpuscules ferrugineux aériens, j'ai recueilli pendant une année, depuis le 1er mai 1875 jusqu'au milieu de 1876, les eaux pluviales tombées à Sainte-Marie-du-Mont (Manche) sur le collecteur de porcelaine; j'ai recueilli en outre, dans un espace de temps plus considérable encore, les poussières tombées directement de l'air sur une surface déterminée : j'ai pu extraire du sédiment des pluies et des poussières ainsi amassées 124 milligrammes de corpuscules attirables à l'aimant. Après avoir fait l'analyse micrographique de ces corpuscules, j'ai procédé à leur analyse chimique qualitative.

Traitée à chaud par l'acide chlorhydrique additionné d'une petite quantité d'acide nitrique, la substance examinée n'a laissé qu'un très-léger ré-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXVIII, p. 236.

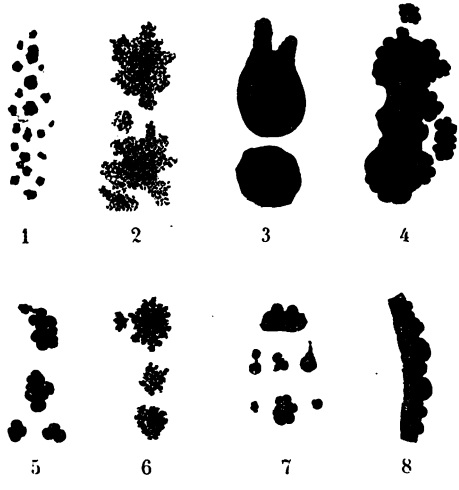
sidu insoluble. Le liquide filtré a donné par l'ammoniaque un abondant précipité de sesquioxyde de fer. Après avoir mis de côté la liqueur ammoniacale filtrée, le précipité a été dissous dans l'acide chlorhydrique, puis reformé par l'ammoniaque, et ainsi de suite alternativement à plusieurs reprises. Les eaux ammoniacales, réunies à celles provenant du premier traitement, ont été concentrées au bain-marie. Le liquide obtenu a donné avec le sulfocarbonate de potassium la coloration rose caractéristique du nickel. Le sulfhydrate d'ammoniaque, d'autre part, a déterminé la formation d'un léger précipité noir; celui-ci, après calcination, a donné dans la perle de borax, traitée au chalumeau, la réaction caractéristique du nickel : coloration violette virant au gris brunâtre par le refroidissement.

La présence du nickel dans les corpuscules ferrugineux aériens que j'ai recueillis en 1875-1876 indique nettement qu'il en existe dans la masse examinée, dont l'origine est cosmique.

Analyse micrographique comparative des corpuscules ferrugineux atmosphériques, et de fragments détachés de la surface des météorites. — Les corpuscules aériens attirables à l'aimant ne se présentent pas toujours en sphérules à surface lisse, semblables à celles que j'ai décrites lors de mes premières études. Ils affectent souvent d'autres formes, dont j'ai dessiné les aspects caractéristiques à la chambre claire : tantôt ils sont amorphes; ils

apparaissent alors en fragments très-noirs (*fig.* 19, n° 1); tantôt ils sont constitués par une réunion de petits grains, extrêmement petits, groupés en amas compactes (n° 2) : cette dernière forme est très-rare. Quelquefois ils atteignent des dimensions

Fig. 19.



plus considérables, et dans ce cas leur surface est rugueuse (n° 3) ou mamelonnée (n° 4). Pendant les mois d'août et de septembre 1875, j'ai recueilli, parmi les poussières tombées directement de l'air, quelques fragments ferrugineux magnétiques semblables à celui du n° 4, et qui atteignaient une longueur de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre.

Il m'a paru intéressant de comparer ces corpus-

cules atmosphériques aux fragments que l'on obtiendrait en grattant la surface de météorites authentiques. M. Daubrée a bien voulu m'autoriser à examiner quelques échantillons de la belle collection du Muséum d'Histoire naturelle, avec le concours de M. Stanislas Meunier.

A l'aide d'une lame d'acier, j'ai gratté la surface d'une masse de fer météorique tombée le 14 juillet 1847 à Braunau Hauptmannsdorf (Bohême). Cette surface, formée d'une croûte noire adhérente au métal, se divisait aisément, et, parmi les fragments pulvérulents détachés, j'ai trouvé quelques parcelles globulaires et mamelonnées (n° 5, *fig.* 19).

Plusieurs fragments semblables ont été rencontrés, en grattant la surface d'autres échantillons, parmi lesquels je citerai la météorite tombée, le 11 juillet 1868, à Ornans (Doubs). La surface métallique de cet échantillon, très-peu cohérente, est mamelonnée et formée par place de sphérules qu'on y dirait incrustées. Les parcelles cosmiques recueillies par M. Nordenskiöld sur les champs de glace des régions polaires, et envoyées au Muséum, ont été examinées directement. Elles sont constituées de grains noirs très-petits (n° 6), offrant une ressemblance frappante avec ceux que j'ai extraits d'un sédiment d'eau-de pluie tombée en France (n° 2).

Un sable ferrugineux tombé à Lœbau (Saxe), le 13 janvier 1835, renferme des grains très-nettement sphériques (n° 7), et d'autres fragments

dont la surface est formée de mamelons arrondis (n° 8) (¹).

Ces faits démontrent encore que, parmi les poussières ferrugineuses, il en est un grand nombre qui proviennent des météorites et des étoiles filantes; on peut supposer que ces masses métalliques, dans leur passage au sein des espaces, se brisent en nombreux fragments, font jaillir autour d'elles des parcelles incandescentes de fer métallique, dont les plus petits débris, entraînés dans toutes les régions de l'air par les courants atmosphériques, tombent à la surface entière du globe, sous forme d'oxyde de fer magnétique plus ou moins complétement fondu. La traînée lumineuse des étoiles filantes serait due à la combustion de ces innombrables particules, offrant l'aspect des étincelles de feu, qui jaillissent d'un ruban de fer quand on le brûle dans l'oxygène.

Les météorites laissent en effet souvent derrière elles des traînées lumineuses, que l'on peut attribuer aux débris incandescents détachés de leur masse. La gravure ci-après représente l'aspect offert par le bolide qui précéda la chute des météorites de Queengouck (Indes), le 27 décembre 1857, et permet d'apprécier, par comparaison avec le village de Bassein figuré au-dessous, le volume du météore. Ce dessin, exécuté par le lieutenant Aylesbury, té-

(¹) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXIII, p. 76.

moin du phénomène, a été reproduit par l'illustre de Haidinger, dans son *Étude sur la chute de Queengouck*. Nous en devons la communication à M. Stanislas Meunier.

Voici en quels termes M. Gouëzel donne, dans le *Bulletin de l'Observatoire*, la description d'un bolide qui *a éclaté comme une pièce d'artifice* et qui, par conséquent, a dû abandonner dans l'air de nombreux fragments très-divisés :

Hier, 7 novembre 1876, à 7^h 10^m du soir, un bolide a été observé à Belle-Ile. Son mouvement s'opérait du nord-est au sud-ouest, laissant le zénith à environ 5° dans le sud. Il se présenta sous la forme d'une énorme et éblouissante étoile, animée d'une vitesse vertigineuse, traçant un sillon lumineux de plus en plus accentué qui a persisté pendant plus d'une minute. La trajectoire a commencé à environ 65 degrés au-dessus de l'horizon et s'est arrêtée au même niveau. Arrivé au terme de sa course, l'aérolithe était un peu moins gros que la Lune. Il a éclaté comme une pièce d'artifice, en formant un soleil incandescent qui fatiguait l'œil autant que la lumière électrique. Le centre contenait du bleu et un peu d'orangé, les nombreuses aiguilles de la frange étaient du blanc le plus vif. Aucune détonation n'a été entendue.

Il est facile de démontrer que des parcelles de fer, en brûlant, prennent la forme sphérique, et qu'une masse de fer volumineuse, en se combinant au rouge avec l'oxygène, peut se diviser en fragments globulaires microscopiques. J'ai fait tomber, à travers une flamme d'hydrogène, de la limaille de fer extrêmement fine ; dans ces circonstances, elle brûle avec éclat ; j'ai reçu sur une plaque de porcelaine la limaille ainsi brûlée, et, l'examinant au microscope, je l'ai trouvée formée de globules par-

Fig. 20.

Chute d'un bolide à Queengouck (Indes).

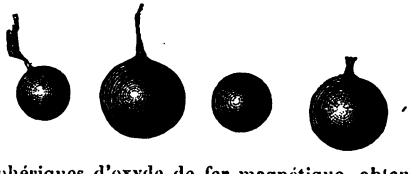
faitement sphériques, de sphères munies d'un petit goulot, de globules allongés à la façon de larmes bataviques ou de masses mamelonnées et fibreuses incomplétement fondues (*fig.* 21). J'ai recueilli sur

Fig. 21.

Globules d'oxyde de fer magnétique, obtenus en faisant brûler de la fine limaille de fer dans une flamme d'hydrogène. $\frac{500}{1}$.

un porte-objet la poussière tombant d'un briquet à pierre, où je faisais étinceler le fer, et j'y ai retrouvé au microscope des globules de même nature (*fig.* 22). Enfin, en brûlant un gros fil de

Fig. 22.



Globules sphériques d'oxyde de fer magnétique, obtenus en recueillant les parcelles de fer incandescentes d'un briquet à pierre. $\frac{500}{1}$.

fer dans l'oxygène, j'ai constaté que les globules d'oxyde de fer magnétique formés étaient bien plus nombreux et bien plus petits qu'on ne le croit communément. En outre de ceux que l'on voit à l'œil nu, il en existe d'autres, tombés au sein de

l'eau placée au fond du vase, et qui ne peuvent être reconnus qu'à l'aide d'un fort grossissement. Ils sont sphériques pour la plupart, et dans le nombre il en existe dont le diamètre n'excède pas $\frac{1}{100}$ de millimètre.

En présence des faits que je viens d'énumérer, on sera peut-être conduit à objecter que, si la chute de parcelles cosmiques ferrugineuses est constante à la surface de la terre, ce phénomène doit y apporter dans la suite des temps des modifications importantes. Je ferai observer que les corpuscules sphériques dont j'ai reconnu la présence dans l'air sont d'un très-faible volume; leur diamètre excède rarement $\frac{1}{100}$ de millimètre. En admettant, ce qui est au-dessus de la vérité, qu'ils aient tous cette dimension, il en faudrait 2500 pour couvrir la surface de 1 millimètre carré, 125000 pour former un volume de 1 millimètre cube. On conçoit donc qu'il puisse se rencontrer, d'une façon générale, quelques semblables corpuscules dans tout sédiment atmosphérique provenant d'une grande masse d'air, sans qu'il en résulte, dans des espaces de temps même considérables, un apport très-appréciable de fer à la surface de notre globe.

On doit reconnaître d'ailleurs que, si, parmi les poussières ferrugineuses, il en est dont l'origine est incontestablement extra-terrestre, il en existe d'autres qui sont soulevées par le vent à la surface de la terre, ou emportées par la fumée de nos usines.

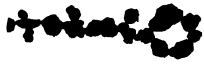
Poussières ferrugineuses d'origine terrestre. — J'ai indiqué précédemment que le fer, quand il jaillit en étincelles, affecte la forme globulaire : l'oxyde de battitures, quand il se forme au rouge, produit un grand nombre de sphérules magnétiques : lors des dernières inondations de la Seine, un sable apporté à Choisy, par des eaux qui avaient sans doute balayé le voisinage de quelque usine, contenait une grande quantité de globules sphériques d'oxyde de fer magnétique. Cet échantillon curieux, qui m'a été communiqué par M. Stanislas Meunier, ne contenait pas de nickel.

M. Daubrée a reconnu qu'aux environs des usines métallurgiques on recueillait parfois des globules fondus d'oxyde de fer magnétiques, provenant assurément du travail du fer.

Il est possible que la combustion de la houille dans les cheminées, dans les foyers des usines, etc., fournisse encore à l'air d'abondantes poussières d'oxyde de fer, par la combustion des pyrites de fer qu'elle peut contenir; mais, dans tous ces cas, les corpuscules ne renferment pas de nickel.

J'ai reconnu que la terre arable, le sable de la

Fig. 23.



Corpuscules attirables à l'aimant, extraits de la terre arable de l'île de la Réunion. $\frac{10}{1}$.

mer, etc., renferment fréquemment des parcelles

magnétiques plus ou moins abondantes. L'aimant promené dans la terre de l'île de la Réunion, dans le limon du Nil, se hérisse de petits grains d'oxyde de fer magnétiques (*fig.* 23 et 24).

Fig. 24.

Corpuscules attirables à l'aimant, extraits du limon du Nil. $\frac{80}{1}$.

Dans le sable des côtes de la Manche, j'ai trouvé, par la même méthode, des parcelles magnétiques d'un aspect particulier, semi-transparentes, de couleur verte, jaune ou rose ; elles renferment dans leur masse des particules opaques très-noires (*fig.* 25).

Fig. 25.

Corpuscules attirables à l'aimant, extraits du sable de la mer (Manche). $\frac{80}{1}$.

M. Stanislas Meunier, sur ma demande, a examiné les préparations que j'avais faites de ces curieux produits, et il m'a donné sur l'origine de ces parcelles magnétiques l'excellente explication suivante :

Je regarde ces parcelles comme étant formées de petits débris de roches serpentineuses renfermant des granules de magnétite.

Il existe au Muséum des préparations de serpentines et de roches analogues, présentant les mêmes granules dans leur situation normale. Il est vraisemblable que ces débris ont été fournis au sable de la Manche par les pointements de roches magnésiennes (serpentine, diorite, amphibolite), toujours riches en fer oxydulé, qui se montrent dans diverses localités des côtes.

On voit que ces différents corpuscules terrestres se distinguent tout à fait par leur aspect de ceux que l'on trouve habituellement dans l'atmosphère.

Il y a toutefois des réserves à faire au sujet des sphérules de fer que l'on peut rencontrer dans le voisinage des grandes villes. Mais, d'autre part, cette source terrestre de poussières ferrugineuses n'explique pas l'abondance extraordinaire des parcelles microscopiques de fer qui flottent partout dans l'atmosphère, qui se retrouvent dans la neige des régions polaires, dans celle des Alpes, dans les eaux météoriques recueillies au milieu des campagnes; elle est étrangère à l'existence dans l'air des corpuscules de fer nickelifère, dont il faut chercher l'origine dans la poussière qui jaillit de la surface des météorites incandescentes ou qui provient de la division de celles-ci au sein de la pluie, quand elles sont friables [1].

---

[1] Au moment de mettre sous presse, nous ajouterons que M. Daubrée, dans une remarquable Communication faite à l'Académie des Sciences (5 et 12 mars 1877), a montré, par l'expérience, comment les météorites abandonnaient à l'atmosphère, sous forme de grains impalpables entraînés par pulvérisation, une partie notable de leur masse.

IV.

Les pluies de poussière et les sédiments des fleuves aériens.

Ce phénomène curieux a souvent été signalé par des observateurs anciens et modernes. Tite-Live, notamment, parle à plusieurs reprises, dans ses écrits, de poussières fines tombant de l'air à la surface de la terre, avec une abondance considérable. Depuis Homère jusqu'aux paysans ignorants de notre époque, on a également mentionné des *pluies de sang,* qui laissaient un dépôt rougeâtre sur le linge ou sur les corps de couleur blanche à la surface desquels on les recevait. Ces prétendues pluies de sang, ainsi nommées par la superstition populaire, consistent simplement en pluies d'eau ordinaires, dans les gouttes desquelles est incorporé un sable fin et pulvérulent. Elles se rattachent donc au phénomène des pluies de poussières. On les a désignées beaucoup mieux sous le nom de *pluies terreuses.* Le même fait a encore été observé pour la neige qui tombe parfois en flocons colorés par

des corps pulvérulents étrangers emprisonnés dans leur masse.

Les pluies terreuses en Europe et en Chine. — Nous venons de voir que ces pluies de poussières ont quelquefois une origine extra-terrestre. Mais ce phénomène de la chute de parcelles cosmiques, assez rare quand il devient appréciable sans le secours d'examens minutieux, doit se distinguer nettement des pluies de sables, secs ou mouillés, qui ont une origine terrestre, et qui consistent en agglomération de fines parcelles soulevées des déserts par des tourbillons de vent, et emportées au loin par des courants aériens. Arago, et surtout Ehrenberg, ont étudié ces phénomènes; mais il reste à leur égard quelque obscurité : nous avons essayé de coordonner les faits, et de les soumettre à une nouvelle analyse, pour en tirer une lumière plus complète qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

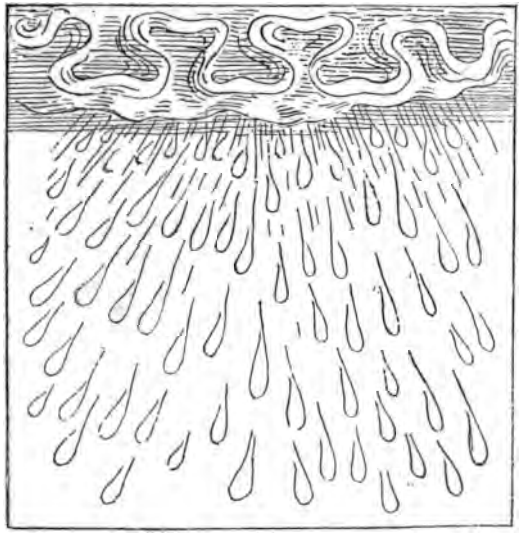
Le nombre des pluies terreuses, désignées sous le nom de *pluies de sang,* et signalées par les annalistes anciens, est considérable. Homère fait tomber une pluie de sang sur les héros grecs (1). Plutarque parle de pluies de sang qui se seraient produites après de grands combats (2). Obsequens décrit à plusieurs reprises le même phénomène. Lycosthènes, dans son *Livre des prodiges,* va même

(1) *Iliade*, XI, v, LII.
(2) *Vie de Marius.*

jusqu'à figurer naïvement les gouttes de sang qui tombent du ciel (*fig.* 26).

Ehrenberg paraît être le premier qui ait rassemblé les faits de cet ordre, et le célèbre micro-

Fig. 26.



Pluie de sang, d'après le *Livre des prodiges* de Lycosthènes.

graphe a dressé une curieuse carte des pluies terreuses ou des pluies de poussière sèche (*fig.* 27). Il a examiné au microscope les échantillons qu'il a pu se procurer et il a retrouvé souvent, parmi les grains de matière minérale qui les constituaient, des formes organiques, algues, diatomées, etc., qui

étaient originaires des sables de l'Afrique ou de l'Amérique du Sud. Les travaux d'Ehrenberg offrent une haute importance ; ils sont à peine connus en France : nous avons cru devoir en publier ici de nombreux extraits, traduits des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Berlin.*

Des pluies de poussière, dit Ehrenberg, ont été signalées entre l'Afrique et l'Amérique, dans les parages des îles Canaries, des Açores et des îles du cap Vert, pendant les années 1160, 1555, 1558, 1579, 1606, 1627, 1668, 1719, 1810 (deux fois), 1815, 1816, 1817, 1821, 1822 (quatre fois), 1825, 1826, 1830, 1833 (deux fois), 1834 (deux fois), 1835, 1837, 1838 (trois fois), 1839 et 1840 (deux fois). On comptait, en 1849, trois cent quarante faits bien constatés de chute de poussière.

En 1803, il tomba une poussière rouge à Udine; en 1813, en Calabre; en 1830, à Malte; en 1846, à Gênes et à Lyon; en 1847, dans le Pusterthal et à Gastein. La couleur, la forme, la composition organique étaient les mêmes que celles des poussières provenant de la mer Ténébreuse.

Parmi les formes organiques trouvées dans ces poussières, toutes ne provenaient pas de l'Afrique : il y en avait qui étaient originaires de l'Amérique méridionale, notamment de la Guyane, où les frères Schamburgk trouvèrent les similaires à l'état de vie. J'ai vérifié moi-même ces observations.

Darwin évalua, en 1847, à 1600 milles du sud au nord et à 800 milles de l'est à l'ouest, les régions de l'air où soufflent habituellement les vents chargés de ces poussières entre l'Afrique et l'Amérique. Tuckey éleva les 1600 milles à 1800 milles.

La masse de poussière tombée à Lyon en 1846, sur une étendue de 400 milles carrés, fut jugée, par les savants français, égale, en poids, à 7200 quintaux.

On calcula que les 600 quintaux d'aérolithes tombés de 1790 à 1819, et énumérés par Chladni, étaient peu de chose en comparaison des millions de quintaux de poussière tombant journellement (*täglich*) dans les parages de la mer Ténébreuse et ailleurs. On se demanda d'où provenaient ces nuages rouges, si riches en fer, qui, dans le cours de milliers d'années, épuisent des contrées

pour en saturer d'autres, et quel rapport ils pouvaient avoir avec les aérolithes.

En 1849, j'eus à m'occuper d'une pluie couleur d'encre, tombée en Irlande et remplie d'animaux vivants; d'une pluie de sang, tombée près de Sens, en France.

En 1850, j'analysai des échantillons d'une pluie de poussière tombée, en 1849, près de Charkow et Pultawa en Russie; d'une pluie fuligineuse, tombée près de Detmold, en février 1850; d'une pluie rouge, tombée le 17 février 1850 sur le mont Saint-Gothard, en Suisse, dans un moment où il ne soufflait aucun vent.

Je trouvai dans les chroniques la mention de pluies de sang tombées, l'an 330, en Angleterre; 451 et 517, en Italie; 1542, à Constantinople; 1567, en Brabant (cette dernière était, en apparence, du sang noir), et à Leipzig; 1570, à Donauwörth, en Bavière; 1596, à Drossin, dans la Nouvelle-Marche; 1618, en France; 1620, en Pologne; 1623, dans le canton des Grisons (Suisse), en Wurtemberg, et près de Halberstadt; 1640, près de Saalfeld; 1642, près de Stuttgart, ainsi que près d'Altzheim (Palatinat); 1643, près de Stade et Hambourg; 1645, près de Dublin; 1648, près de Rothenbourg (Bade); 1653, près de Paole, en Angleterre; 1664, près de Klagenfurth, en Carinthie; 1695, près de Tucherband; 1698, près de Stennewitz; 1849, en Angleterre.

Ajoutez-y les dates suivantes : 786, en Silésie, une pluie brûlante, rouge et noire; 1005, gouttes de sang (en apparence) sur les vêtements, en Allemagne; 1226, neige rouge en Syrie; 1653, grêle rouge près de Berlin; 1661, neige rouge près de Güstrow, dans le Mecklembourg; 1849, à Ludhiana (Indoustan), poussière jaune tombée durant un ouragan.

En 1851, j'analysai des échantillons d'une pluie de poussière tombée le 26 mars 1850 à Ningpo en Chine. Il est d'ailleurs avéré qu'il tombe fréquemment en Chine des pluies de poussière jaune.

Dans des échantillons de neige rouge tombée dans le canton des Grisons, près du passage Bernardin, le 4 février 1851, je trouvai des formes américaines, le *Desmogonium guyanense?* et l'*Himantidium papilio*.

Dans une pluie de poussière, tombée en 1834 sur les confins de la Russie et de la Chine, M. le conseiller d'État Weissen, de Saint-Pétersbourg, ne trouva pas de formes sibériennes, mais rien que des formes exotiques.

Carte des pluies de po

ɔrès Ehrenberg.

En 1853, j'analysai des échantillons de deux poussières grises tombées à Ningpo, en Chine (mars 1853).

Le Dr Macgowan, établi à Ningpo, m'écrivit à ce propos que, d'après les auteurs chinois, il était tombé, l'an 1154 avant J.-C., pendant dix jours consécutifs, une pluie de terre dans la province de Honan. Il me donna dans une seconde lettre de curieux documents à ce sujet.

Voici cette lettre, fort intéressante :

« Ningpo, 26 août 1850.

» Le phénomène de la chute des sables a souvent été observé sur une grande étendue de terrain dans les plaines de la Chine. Il est même tellement fréquent qu'il n'étonne pas plus les Chinois que les autres phénomènes atmosphériques ordinaires. Il est vraisemblable qu'il ne se passe pas d'année sans qu'on n'observe ces sortes de pluies, quoique la plupart du temps elles soient si peu considérables qu'elles échappent généralement au vulgaire. Une fois sur trois années, elles sont très-fortes; mais rarement il tombe du sable en aussi grande abondance que dans la dernière pluie. Ce phénomène a été observé trois fois cette année dans l'intervalle de cinq semaines. La dernière et la plus forte chute a eu lieu le 26 mars et a duré quatre jours sans interruption, mais avec des intensités différentes. Le vent a soufflé du nord-nord-ouest et nord-est, en variant suivant ces trois directions, et a passé d'un calme presque complet à une brise assez fraîche. La hauteur du baromètre s'est maintenue entre 29, 40 et 30 pouces (un peu plus bas qu'avant et qu'après la pluie). Le thermomètre est monté de 36° à 81° F. Il y avait six semaines qu'il n'était tombé une goutte de pluie, et l'état hygrométrique de l'atmosphère était extrêmement sec. Aucun nuage, aucune nébulosité ou brouillard ne troublait la transparence du ciel; cependant on apercevait faiblement le Soleil ou la Lune. L'astre du jour apparaissait comme à travers un verre enfumé, et le ciel entier avait un aspect poudreux; parfois son uniformité disparaissait, comme s'il y eût eu entre le spectateur et le Soleil un jet d'eau provenant des mouvements en tourbillons d'un minéral impalpable. Le sable a pénétré jusque dans les appartements et les meubles fermés, et les objets mobiliers qu'on avait essuyés le

matin en étaient recouverts à midi d'une couche assez épaisse pour qu'on pût écrire dessus.

» Dans les rues, le sable était fort incommode : il s'introduisait dans les yeux, le nez, la bouche, entre les dents. Les personnes malades des yeux ont eu un redoublement de leur mal, et un nombre considérable de nouveaux cas se sont déclarés à la suite; si ces tempêtes de sable étaient plus fréquentes, les maladies des yeux deviendraient générales et endémiques. Le phénomène régnait de même à la hauteur de la tour de Ningpo et sur les montagnes peu élevées dans le voisinage de la ville.

» D'où provient cette poussière? L'opinion des Chinois à ce sujet nous paraît correcte. Ils prétendent qu'elle vient de Péking, du désert de Gobi, etc. Si l'on suppose que les steppes de la Mongolie sont les sources de ces sables, il faut qu'ils soient enlevés en quantités incalculables pour couvrir tous les ans de si vastes surfaces de terrain....

» Les Chinois, observateurs exacts depuis la plus haute antiquité pour tout ce qui concerne l'Agriculture, sont tous d'accord que les pluies de sable annoncent une année d'une fertilité singulière. Il est vrai qu'ils considèrent la poussière comme la seule cause de la bonne récolte; mais ils entendent aussi que celle-ci est chaque fois la conséquence de sa chute.... Ces chutes remarquables de poussière remplacent les parties entraînées et ameublissent le terrain que les pluies et les inondations appauvrissent.... Il n'y a pas de doute qu'une grande portion des vases de la mer Jaune provient de cette source, et il est possible que le sable ait une influence favorable sur le sol.

» Dr Macgowan. »

L'an 83 avant J.-C., il tomba en Chine une pluie de terre jaune qui, pendant vingt-quatre heures, obscurcit le ciel. L'an 502 après J.-C., il tomba, sous forme de neige, une poussière jaune. L'an 630, une pluie de sable jaune, *idem* en 900, en 1000 et en 1572. La chute fréquente de poussière jaune est même considérée en Chine comme un symptôme de fertilité et d'abondance. M. Macgowan croit d'ailleurs qu'il doit tomber habituellement en Chine une masse énorme de poussière.

Les 14 et 20 novembre 1855, il tomba dans le canton de Zurich, en Suisse, une pluie qui ressemblait à du vin rouge.

Le 1er mai 1856, à Shanghai, en Chine, il tomba une pluie qui

assombrit le jour et qui se trouva être composée du duvet de la semence du peuplier.

En 1858 tomba sur un navire américain, dans le Grand Océan, une pluie composée de parcelles de fer [1].

Les 28 et 31 décembre 1860 et 1er janvier 1861, tomba à Sienne, en Italie, une pluie rouge.

En 1862, j'analysai une poussière rouge qui était tombée sur un navire allemand, capitaine Gutkese, d'Oldenbourg, par 24° ou 25° de latitude nord et 35° ou 36° de longitude à l'ouest du méridien de Greenwich. Cette poussière renfermait cinquante formes organiques et quatre formes inorganiques. De ces cinquante-quatre formes, il n'y en avait qu'une d'inconnue : le *Lithostylidium diotis*, parcelle d'herbe siliceuse; toutes ces formes organiques sont d'origine terrestre; aucune ne provient de la mer. Vingt et une formes à écaille siliceuse peuvent, à la rigueur, vivre et se reproduire dans l'air; quant aux vingt-sept formes siliceuses, ce ne sont que des débris d'organismes morts.

Le 27 mars 1862, un ouragan fondit sur Lyon et les alentours. Il tomba, avec une averse, une poussière rouge-cannelle, mélangée de formes organiques microscopiques, dont quarante-trois ont été reconnues.

Le 24 mai 1862, M. Haidinger, conseiller aulique à Vienne et membre étranger de l'Académie des Sciences de Berlin, m'envoya des échantillons d'une neige rouge tombée en février 1862, à Bœckstein et sur les montagnes voisines de Salzbourg. Ces échantillons avaient été ramassés par M. Reissachen, administrateur des mines, le 6 février. On en trouva à Gastein, à Rauris, à Mitterberg, etc. M. le professeur Wedl y découvrit du mica, du quartz, de l'argile, de la chaux carbonatée, de l'oxyde de fer, des corpuscules jaune brun collés ensemble, des fragments de diatomacées et des aiguilles minces cunéiformes. M. Wattmann y découvrit en outre du feldspath, des silicates insolubles, etc. J'ai calculé que, sur une étendue de 100 milles carrés, il a dû tomber, dans cette occasion, 243 quintaux de poussière rouge mêlée à de la neige.

---

[1] Je ferai remarquer que, parmi les faits mentionnés par Ehrenberg, il en est qui semblent se rattacher au phénomène des pluies de débris de météorites; mais le célèbre micrographe prussien n'est pas explicite à cet égard. G. T.

Les endroits où l'on recueillit les échantillons sont élevés de 7500 pieds viennois au-dessus du niveau de la mer.

J'ai trouvé, dans les échantillons qui m'ont été envoyés de Bœckstein, dix polygastres, cinq phytolithaires, cinq plantes molles et quatre formes inorganiques. Il y avait une *Discoplea atmosphærica*, que l'on n'a encore jamais vue vivante en Europe.

La poussière observée dans les échantillons envoyés de Rathhausberg ressemble complétement à celle qui tomba sur des navires près des îles du cap Vert.

En résumant toutes mes analyses, j'ai trouvé dans les échantillons de ces poussières : *Cryptomonas*, *Discoplea atlantica*, *Eunotia amphioxys*, *Gallionella procera*, *Gallionella tenerrima*, *Sphærella nivalis*, *Gallionella granulata*, *Lithostylidium læve*, *Lithostylidium rude*, *Gallionella crenata*, *Gallionella tæniata*, *Discoplea atmosphærica*, *Pinnularia borealis*, *Amphidiscus truncatus*, *Lithostylidium crenulatum*, *Gallionella distans*, *Lithostylidium biconcavum*, *Clepsammidium conicum*. L'élément colorant de la neige en question est un corps renfermant du fer et ne pouvant être réduit en charbon; les acides le décolorent, mais ne peuvent le détruire. Il est à desirer qu'à l'avenir les savants puissent se procurer cet élément sous forme de masses du poids de 500 grammes et le comparer dans cet état avec des fragments d'aérolithes. Il faut aussi observer au microscope des globules plus petits.

M. Lortet m'ayant envoyé de Lyon des échantillons en quantité suffisante de la pluie rouge tombée le 27 mars 1862, j'y ai découvert onze polygastres, seize phytolithaires, une parcelle de plante molle et quatre formes inorganiques.

Le sloop de guerre américain *Jamestown*, se trouvant dans l'océan Atlantique, à la hauteur de Sierra-Leone, au mois de février 1856, eut à traverser un nuage de poussière rouge, en se rendant de Saint-Paul-de-Loenda à Porto-Praya. Lorsque, au bout de six jours, le navire fut arrivé sous un ciel plus serein, les voiles, les câbles, les planchers, etc., étaient recouverts d'une poussière rouge, que l'on put enlever sans peine. Elle avait la couleur de la cannelle. Il serait bien à désirer que les navigateurs qui traversent la zone torride, entre l'Afrique et l'Amérique, recueillissent une grande quantité de cette poussière, pour qu'on pût la soumettre à l'analyse chimique.

Le 31 mars 1847, le vent du midi fit tomber à Saint-Jacob, dans le val Defferegggen (Tyrol), une neige rouge-tuile; c'était entre 10h et 11h du matin. Une grande partie du pays fut couverte de cette masse colorante. M. Œllacher, pharmacien à Inspruck, s'en procura une certaine quantité et y trouva du silicium, de l'acide carbonique, de la chaux, de l'oxyde de fer, de l'alun, du natron et des débris de laine végétale.

Ayant analysé à mon tour des échantillons de cette neige, que m'avait adressés M. Œllacher, j'y ai trouvé les traces de soixante-six formes organiques, savoir des polygastres, des phytolithaires, des polythalamées, etc.

Le 26 mars 1869, M. Jules Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes, m'écrivit : « Avant-hier, d'après M. F. Calverty, Anglais, une pluie de poussière est tombée à Tchanak-Kalessi, sur les bords de l'Hellespont. Je vous en envoie deux échantillons, dont l'analyse microscopique offrira sans doute quelque intérêt.

» Le 10 mars 1860, le siroco avait fait tomber sur toute la Grèce une poussière très-fine, couleur jaune et en partie cannelle; elle n'avait certainement pas une origine végétale.

» Ce qu'on prit, le 13 avril 1868, pour une pluie de soufre, tombée à Athènes, n'était que de la poussière florale du pin.

Le 5 avril 1869, M. le professeur Jelinek m'écrivit de Vienne : « Le 24 mars, il est tombé une pluie de poussière, en Carniole, près de Weixelstein et Steinbrück, ainsi qu'à Lesina en Dalmatie. J'ai l'honneur de vous transmettre les échantillons qu'on m'en a envoyés. » Cette dernière pluie était la même que celle de Tchanak-Kalessi. Selon M. Calvert, on eût dit que c'était une pluie de boue. Il en tomba, ajoute-t-il, 15 tonnes par mille carré. Le 25 mars 1869, il tomba encore un peu de la même poussière à Tchanak-Kalessi : « Pendant un long séjour que j'ai fait dans l'île de Malte, continue M. Calvert, j'ai remarqué que le siroco apportait d'Afrique une poussière rouge; celle de Malte est blanche. » Je ferai observer à ce propos que la pluie de Tchanak-Kalessi fut apportée par des vents du nord chauds (1). »

---

(1) Quand le vent du nord chaud succède immédiatement au vent du midi, il est probable qu'il est formé par ce même vent du midi refoulé vers son lieu d'origine.

J'ai examiné les échantillons de la pluie du 26 mars 1869 et j'y ai trouvé trente-huit formes d'organismes vivants. Il y avait en outre du sable ferrugineux. Quant aux formes organiques vivantes, on y voyait prédominer la *Gallionella granulata* et la *decussata*, la *Fragillaria striolata* et les *Discopleæ*, mêlées de phytolithaires. La *Rotalia* et la *Spongia uncinata* sont des formes marines; les autres formes étaient d'eau douce.

« J'ai habité l'Italie et je n'y ai jamais vu le siroco apporter de la poussière rouge. »

Voici, d'autre part, ce qu'on écrit d'Aschersleben sur ce dernier phénomène : « Notre ville et une partie de notre contrée ont eu leur part de la poussière atmosphérique. Les personnes sur qui tomba ce que d'abord elles prenaient pour de la neige éprouvèrent une sensation pareille à celle que causeraient des grains de sable entrant dans les yeux et dans les narines. Il fallut employer des efforts plus qu'ordinaires pour nettoyer les vitres chargées de cette neige brune. »

On écrivait de Remagen, sous la date du 1er janvier 1860. : « Nous aussi nous avons reçu notre part de la neige brune tombée le 21 décembre, dans toute la plaine, depuis le château de Reineck jusqu'au delà de l'Unkelstein. »

A Ahaus, la neige tombée le 21 décembre n'était pas brune comme à Güterslok, Peckeloh, Soest et Aschersleben, mais noirâtre. Le *reporter* croit que cette poussière était identique avec la poussière soulevée par le vent de la surface des champs voisins d'Ahaus.

L'*Elberfelder Kreisblatt* (feuille du cercle d'Elberfeld), n° 2, 1860, publie une correspondance de Soest, dans laquelle il était dit que la ville avait été couverte d'une neige couleur de cannelle pilée. Cette neige était si fine, qu'elle pénétrait dans l'intérieur des maisons.

Arago a signalé un grand nombre d'exemples de pluies de poussières (1).

Dans la nuit du 27 au 28 octobre 1814, à Curreto, dans la vallée d'Onglia, le Dr Lavajna a constaté une chute de terre

(1) Arago, t. XII, p. 463.

dont la couleur ressemblait à de la brique en poudre, et qui recouvrait les arbres, les gazons, les toits des maisons. Cette poussière a été apportée par des vents du sud.

Le 2 novembre 1819, la ville de Montréal se trouva tout à coup enveloppée dans la plus profonde obscurité, et il tomba en abondance une pluie noire comme de l'encre; l'analyse chimique, faite à New-York, montra que la matière étrangère était essentiellement formée de charbon.

Le 16 mai 1830, à 7^h du soir, il tomba, à Sienne (Toscane) et dans la campagne environnante, une pluie qui tachait en rouge tous les objets qu'elle touchait. Le même phénomène se renouvela vers minuit. Depuis le 14, le temps était calme, mais il y avait dans l'atmosphère un brouillard dense et rougeâtre. La matière terreuse colorée, recueillie au Jardin de Botanique, sur les feuilles d'un grand nombre de plantes, a été soumise à l'analyse chimique par M. Giuli, professeur d'Histoire naturelle. Ce savant y a constaté la présence d'une matière organique végétale, du carbonate de fer, du manganèse, du carbonate de chaux, de l'alumine et de la silice.

Les 17, 18 et 19 février 1841, par un temps calme et de brouillard, à Gènes et dans les environs jusqu'à Zornosco, près du lac Majeur, on a vu tomber une pluie boueuse rouge. Cette eau laissait déposer, au bout de quelques heures, une poussière rouge que MM. Cannobio et Colla trouvèrent composée d'un mélange de talc, de quartz, de carbonate de chaux, de détritus de serpentine, de matières bitumineuses et de matières organiques contenant quelques débris de semences de différentes plantes.

Le 27 du même mois, il est tombé à Vernet (Pyrénées-Orientales), pendant une pluie d'orage, une substance pulvérulente d'un jaune rougeâtre clair. Un échantillon de cette substance, que recueillit M. le commandant Coudert, ayant été analysé par M. Dufrénoy, cet éminent minéralogiste y constata un mélange de quartz hyalin, de peroxyde de fer, de calcaire et de feldspath.

Dans la nuit du 24 au 25 mars 1842, il est tombé sur presque tout le Péloponèse, sur la Laconie, sur l'Argolide, une pluie lente et douce, tenant en suspension une matière terreuse rougeâtre très-fine. Les toits des maisons et les feuilles des arbres étaient recouverts d'une couche mince d'un limon terreux. M. le Dr Bouros a envoyé à l'Académie des Sciences de Paris un échantillon de cette substance, recueilli aux environs d'Amphissa. M. Dufrénoy

soumit la matière à l'analyse chimique et constata qu'elle contenait approximativement :

Carbonate de chaux.....	24	parties.
Hydrate de peroxyde de fer....	31	»
Sables granitiques.....	45	»
	100	

Elle était donc exactement composée comme le serait une poussière formée par le mélange des détritus de roches anciennes et de roches calcaires analogues à celles qui composent le sol de la Grèce.

Le 16 et le 17 octobre 1846, une pluie mélangée de matières terreuses, laissant sur les objets qui les recevaient des taches rougeâtres, est tombée dans un grand nombre de lieux. D'après les observations recueillies par MM. Bravais, Ehrenberg, Decaisne, Fournet, Dupasquier, Lewy, Gallois, Seignobos, etc., le phénomène a commencé à la Guyane, s'est étendu sur l'État de New-York, s'est retrouvé aux Açores, est arrivé dans la France centrale et orientale, a traversé les Alpes du côté du mont Cenis pour aller s'effacer graduellement en Italie. Le résidu laissé par la pluie présentait l'aspect d'une terre jaunâtre et donnait une teinte rouge à l'eau dans laquelle on le délayait. Cette substance, recueillie en divers endroits, s'est partout trouvée avoir la même composition : elle renfermait de la silice, de l'alumine, du peroxyde de fer, du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, des corpuscules organisés d'origine végétale et quelques infusoires.

Le 14 mars 1813, dans les deux Calabres et à l'extrémité opposée des Abruzzes, il tomba en abondance, par un vent d'est, une abondante pluie toute rougie par le sédiment qu'elle contenait. La poussière recueillie avait une couleur d'un jaune de cannelle; elle présentait une saveur peu marquée, était onctueuse au toucher, d'une grande ténuité. M. Luigi Sementini lui a trouvé la composition suivante :

Silice	33,0
Alumine	15,5
Chaux	11,5
Oxyde de chrome	1,0
Oxyde de fer	14,5
Acide carbonique	9,0
Substance résineuse jaune soluble dans l'alcool	15,5
	100,0 (1).

Les pluies de poussières sont particulièrement fréquentes dans les îles du cap Vert, où on les a désignées souvent sous le nom de *brume rousse*. Voici ce que Darwin a publié à ce sujet, lors de son passage dans ces régions, en 1831, pendant son beau voyage autour du monde :

L'atmosphère est ordinairement brumeuse; cette brume provient de la chute d'une poussière impalpable qui endommage quelque peu nos instruments astronomiques.

La veille de notre arrivée à Porto-Praya, j'avais recueilli un petit paquet de cette fine poussière brune, que la toile métallique de la girouette placée au sommet du grand mât semblait avoir tamisée au passage. M. Lyell m'a aussi donné quatre paquets de poussière tombée sur un navire à quelques centaines de milles au nord de ces îles. Le professeur Ehrenberg trouve que cette poussière est constituée en grande partie par des infusoires revêtus de carapaces siliceuses et des tissus siliceux des plantes. Dans cinq petits paquets que je lui ai envoyés, il a reconnu la présence de soixante-sept formes organiques différentes. Les infusoires, à l'exception de deux espèces marines, habitent tous l'eau douce. A ma connaissance, on a constaté la chute de poussières identiques dans quinze vaisseaux différents voguant sur l'Atlantique à des distances considérables de toute côte. La direction du vent

(1) *OEuvres complètes de François Arago*, t. XII, p. 293. Voir aussi *Pluies mêlées de corps étrangers*, p. 463.

au moment de la chute de cette poussière, le fait qu'elle tombe toujours pendant le mois où le harmatan élève, à des hauteurs considérables dans l'atmosphère, d'épais nuages de poussière, nous autorisent à affirmer qu'elle vient d'Afrique. Et cependant, fait fort singulier, bien que le professeur Ehrenberg connaisse plusieurs espèces d'infusoires particulières à l'Afrique, il ne retrouve pas une seule de ces espèces dans la poussière que je lui ai envoyée; tout au contraire, il y trouve deux espèces que jusqu'à présent on n'a découvertes que dans l'Amérique du Sud. Cette poussière tombe en quantité telle, qu'elle salit tout à bord et qu'elle blesse les yeux; quelquefois même elle obscurcit l'atmosphère à un tel point que des bâtiments se sont perdus et jetés à la côte. Elle est souvent tombée sur des vaisseaux éloignés de la côte d'Afrique de plusieurs centaines de milles et même de plus de 1000 milles (1600^{km}) et à des points distants de plus de 1600 milles dans la direction du nord au sud. J'ai été fort surpris de trouver dans la poussière recueillie à bord d'un bâtiment, à 300 milles (480^{km}) de la terre, des particules de pierre ayant environ le millième d'un pouce carré, mélangées à des matières plus fines (1).

Les neiges terreuses. — Les cas de neige terreuse sont également assez nombreux dans les annales de la météorologie. Pour ne pas multiplier les citations, je signalerai seulement un exemple bien caractérisé de ce phénomène.

Le 21 décembre 1859, un violent tourbillon de vent fit tomber abondamment de la neige, pendant près de 45^{m} en Westphalie et dans la province rhénane. Il était 10^{h} du matin. Le vent tourna du sud-est au sud-sud-est et au sud.

Cette neige, dit Ehrenberg, était recouverte d'une couche de 3 lignes d'épaisseur, d'une couleur brun-cannelle. Examinée de

(1) *Voyage d'un naturaliste autour du monde*, par Ch. Darwin, p. 5. 1 vol. in-8, traduit de l'anglais. Paris, 1875.

plus près, cette couche offrait une quantité de points à peine visibles à côté de parcelles ayant la grosseur d'une tête d'épingle. Cette poussière était entassée dans quelques endroits et plus clair-semée ailleurs. La quantité de neige tombée le 21 décembre peut être évaluée à 18,56 pouces cubiques par pied carré. Un observateur digne de foi, M. le propriétaire S..., demeurant à $\frac{3}{4}$ de mille à l'est de Gütersloh, m'a raconté que, vers 10^h du matin, tout le ciel étant couvert, il vit du sud-est au nord-ouest une éclaircie de plusieurs degrés à l'horizon et, dans cette éclaircie, une nuée sale, brune et assez épaisse. Un quart d'heure ou une demi-heure après, il tomba de la neige, dans laquelle il remarqua aussitôt cette poussière. En pressant et faisant fondre une poignée de neige dans sa main, il la vit convertie en une eau colorée de brun clair. Le même moment de la chute de la poussière est donné par un paysan de notre localité, qui fut surpris par le tourbillon de neige, en allant de Brackwede à Bielefeld. Le 23 décembre et jours suivants, la neige colorée devint plus foncée; le 28, on trouvait encore quelques grumeaux de cette substance brune.

Dans 10 pieds carrés de cette neige que je fis fondre, je trouvai 1 once, poids médical, de cette poussière. D'après les renseignements qui me sont parvenus, la poussière est tombée sur une surface de 675 milles d'Allemagne carrés, savoir, en longueur, depuis Remagen jusqu'à Aschersleben, 46 milles, et en largeur, depuis Werbourg jusqu'à Peckeloh, 15 milles (le mille d'Allemagne vaut de 7 à 8^{km}). D'après le calcul précité (1 once par 10 pieds carrés), le vent a dû transporter par les airs des centaines de milliers de quintaux (*Hundert tausende von centnern*) de cette poussière atmosphérique.

La *Kolnische Zeitung* (Gazette de Cologne) publie une correspondance de Hanovre, en date du 29 décembre 1859. Il y était dit que la ville de Hanovre, avec tous ses alentours, avait été recouverte d'une neige brune, le 21 décembre.

Les neiges rouges semblables à celles que nous venons de décrire ne doivent pas être confondues avec celles qui, une fois tombées, prennent çà et là une coloration rouge, sous l'influence d'algues ou d'infusoires qui se développent à leur surface. Il y

a ici un phénomène particulier, que je mentionne sans le décrire, car il ne se rattache nullement aux pluies terreuses.

Observations modernes sur les pluies de poussières. — Les pluies de poussières ont été dans notre siècle l'objet de quelques observations beaucoup plus précises que celles des époques antérieures, et qui permettent de caractériser très-nettement le phénomène.

Voici quelques détails intéressants communiqués à Arago (1) par M. Schabelski, voyageur russe très-distingué, sur une pluie terreuse tombée en pleine mer :

Lorsque le bâtiment se trouvait par 23° de latitude nord à 21°20′ de longitude ouest de Greenwich, nous fûmes témoins d'un phénomène très-remarquable : le matin 22 janvier 1822 (nous étions alors à 275 milles nautiques des côtes d'Afrique), nous aperçûmes que tous les cordages du navire étaient couverts d'une matière pulvérulente dont la couleur rougeâtre approchait de celle de l'ocre. Ces cordages, vus au microscope, offraient une longue file de globules qui semblaient se toucher. Les seules parties qui avaient été exposées à l'action du vent du nord-est présentaient ce phénomène; il n'y avait aucune trace de poussière sur les faces opposées.

La poussière en question était très-douce au toucher et colorait la peau en rouge.

M. Leps, lieutenant de vaisseau, commandant à bord le *Vautour*, a rapporté que dans la nuit du 15 au 16 mai 1846 son bâtiment, qui se rendait de

(1) *Œuvres complètes de François Arago*, t. XII, p. 293.

Bone à Alger, s'est trouvé au milieu d'un *air chargé de poussière*. Le matin, le pont du bâtiment, la mâture, les voiles, le gréement étaient couverts de poussière. Le vent, pendant le passage de ce nuage de poussière, a été constamment de l'ouest ou du nord-ouest (1).

Nous arrivons enfin à l'une des descriptions les plus complètes qui aient été données d'une pluie de poussière; le 16 et le 17 octobre 1846, elle recouvrit une partie de la France méridionale. Nous trouvons dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (t. XXIV, 1847, p. 625), une première Note de M. A. Dupasquier à ce sujet.

La pluie était mélangée d'une terre glaise jaunâtre. Elle tenait en dissolution une forte proportion de matières organiques.

La matière terreuse, séparée par le filtre et recueillie à Verpillière (Isère), offrait la composition suivante :

Silice	0,520
Alumine	0,075
Peroxyde de fer hydraté	0,085
Carbonate de chaux	0,260
Carbonate de magnésie	0,020
Débris organiques	0,040
	1,000

Il est permis de conjecturer, et cela d'après le mélange de débris organiques avec la matière terreuse, que celle-ci n'avait

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, p. 566.

d'autre origine que la poussière enlevée par une trombe à la surface du sol.

M. Dumas, ayant reçu d'une autre localité un échantillon de cette pluie terreuse, a chargé M. Lewy de l'examiner.

Cet échantillon provenait de la ville de Valence (Drôme), où la pluie fine et serrée était tombée entre 11^{h} et midi.

M. Lewy a trouvé à la terre la composition suivante :

Silice	58,8
Alumine	13,3
Peroxyde de fer	06,6
Carbonate de chaux	21,1
Oxyde de manganèse	traces

Composition qui offre certaine analogie avec celle que M. Dupasquier a donnée de la terre de Meximieux.

M. Fournet, de Lyon, a recueilli sur ce phénomène des documents très-intéressants.

Le phénomène, dit M. Fournet, a commencé à la Guyane; il s'est étendu à New-York; de là on le retrouve aux Açores, puis sur la France centrale et orientale, et il s'efface graduellement en Italie. Dans ce phénomène total, la pluie de terre est un accident partiel; les documents qui m'ont été fournis par divers observateurs établissent qu'elle s'est étendue jusqu'au pied du mont Cenis, à Lans-le-Bourg. Elle a couvert une superficie de 210^{km} de longueur de l'ouest à l'est, et de 160^{km} du nord au sud. Cette terre vient si bien de la Guyane et autres côtés de l'Amérique, que M. Ehrenberg, de Berlin, a pu reconnaître des formes d'infusoires propres à la partie du continent ci-dessus indiquée (Guyane); il y a donc concordance entre nos deux systèmes d'observation.

La pluie terreuse du 16 au 17 octobre 1846 a été enfin examinée par M. Decaisne (1).

J'y ai observé, dit M. Decaisne, une assez grande quantité de corpuscules organisés que je considère comme végétaux : ce sont des *ruastruns*, quelques clostéricés, des granules de matière verte, etc.; puis, enfin, quelques débris d'infusoires qui disparaissent en les soumettant à l'action de l'ammoniaque.

Dix-sept ans après, en 1863, un phénomène analogue se produisit dans le midi de la France, et il fut l'objet d'une étude intéressante de la part de M. Bouis.

Une pluie et une neige rouges sont tombées le 1er mai 1863, le matin et à 4h, dans l'Ariége, les Pyrénées-Orientales et en Espagne dans la basse Catalogne, l'Aragon, etc.; les flocons de neige étaient parfois si rouges, qu'on les croyait teints de sang. Le vent soufflait du sud.

La terre desséchée à l'air est jaunâtre, humectée, elle devient rouge-brique. L'examen microscopique n'a montré que quelques rares débris microscopiques. L'analyse m'a fourni les résultats suivants :

Pluies de terre tombées le 1er mai 1863 à Perpignan et à Olette.

	Perpignan.	Olette.
Sable et argile	60,95	64,90
Oxyde de fer et alumine	7,50	5,00
Carbonate de chaux	21,55	21,50
Carbonate de magnésie	2,15	2,26
Matière organique azotée	2,00	2,25
Eau	5,85	4,09
Acide phosphorique	traces sensibles	traces sensibles
	100,00	100,00

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, 1847, p. 810.

M. Bouis (1) suppose que cette terre, en traversant l'air, l'a dépouillé de toutes les matières organiques qu'il tenait en suspension, de ses *immondices;* elle se serait ainsi transformée en une matière utile pour l'agriculture et l'on pourrait appeler, sans trop d'exagération, ces chutes de terre, des *pluies d'engrais.*

La question a été soumise à une nouvelle étude de la part de M. Tarry en 1870.

Les pluies de poussière et de sang, dit M. Tarry, les chutes de neige rouge qui ont été observées dans le sud de l'Europe (et celles dont parle Tite-Live sont dans ce cas) sont toutes dues au sable du Sahara, qu'un vent impétueux amène jusque sur nos contrées.

Pour démontrer cette assertion, je prendrai comme exemples les trois dernières chutes de poussières qui ont été bien observées, l'année dernière et cette année, dans le voisinage de l'équinoxe du printemps, et je ferai voir que, dans ces trois cas, le phénomène s'est présenté dans des circonstances identiques, qui se reproduiront lors des chutes analogues que l'on observera à l'avenir, ce qui permettra de les signaler *à l'avance* à l'attention des météorologistes.

Ces circonstances sont les suivantes : à certaines époques de l'année, plus particulièrement en février et mars, des cyclones ou tourbillons atmosphériques, accompagnés de violentes tempêtes sur tout leur parcours et d'une dépression barométrique énorme à leur centre, se forment tout d'un coup au nord de l'Europe et descendent assez rapidement vers l'Afrique, où ils forment de véritables tempêtes de sable dans le Sahara et soulèvent, jusqu'aux régions les plus élevées de l'atmosphère, des quantités énormes de sable du désert, identique à celui dont

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* t. LVI, 1863, p. 972. *Relation d'une pluie de terre tombée dans le midi de la France et en Espagne,* par M. J. Bouis.

j'envoie un échantillon à l'Académie et que j'ai pris l'an dernier dans les dunes mobiles du Souf, aux environs d'El-Oued, à la latitude de Tougourt.

A l'inverse des cyclones formés dans le voisinage de l'équateur en Amérique et qui abordent l'Europe par le nord-ouest en se succédant généralement à plusieurs jours d'intervalle, ceux-ci ont un mouvement d'oscillation bien marqué, et après avoir mis cinq ou six jours à descendre du nord de l'Europe au centre de l'Afrique, trouvant près des tropiques des conditions atmosphériques toutes différentes, ils y éprouvent invariablement un *mouvement de recul* qui les fait revenir du sud au nord vers leur point de départ; ils retraversent ainsi le Sahara, y soulevant de nouvelles masses de ce sable mobile qui forme dans le désert de véritables montagnes et ramènent ce sable sur l'Europe, où l'on peut le recueillir sur tout leur parcours. Quelquefois même, la force de ce tourbillon, dont le passage est marqué par de terribles désastres tant sur terre que sur mer, n'est pas épuisée par ce double mouvement de va-et-vient, et, après être revenu au nord de l'Europe, il redescend une seconde fois sur l'Afrique pour revenir de nouveau en Europe, portant dans ses flancs une nouvelle provision de sable du désert qui donnera de nouveau naissance à des chutes de poussière ou à des pluies de sang.

Telle est la marche du phénomène. Il peut se faire assurément que des pluies de poussières se produisent dans d'autres conditions; mais, toutes les fois que celles-ci se produiront, il y aura en Europe des pluies de sable du Sahara. J'ai examiné attentivement toutes les feuilles du *Bulletin international* publiées par l'Observatoire de Paris pendant les six dernières années, et j'ai constaté que pas une fois une forte dépression barométrique annonçant la présence d'un cyclone ne s'est dirigée de l'Afrique vers l'Europe avant d'avoir été précédée, quelques jours auparavant, d'un mouvement inverse de l'Europe vers l'Afrique, de telle sorte que le mouvement d'*oscillation* peut être regardé comme un caractère distinctif et particulier de ces terribles tempêtes qui rendent la Méditerranée si dangereuse pour les marins à l'équinoxe du printemps (1).

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, du 9 mai 1870.

Après cette intéressante Communication à l'Académie des Sciences, M. Tarry a exposé ultérieurement comment se sont produites les trois pluies terrestres des 10 mars 1869, 24 mars 1869 et 14 février 1870, qui ont recouvert une partie de la Sicile et de l'Italie ; il a trouvé dans ces faits le moyen de prédire dans certains cas les pluies terrestres, par l'étude préliminaire des tourbillons atmosphériques.

Mode de formation des pluies de poussières. — Dans ces derniers temps, j'ai été conduit, par l'examen d'un phénomène récent, à étudier aussi cette intéressante question des pluies de poussières.

M. Vaillant-Lefranc, correspondant de la Société météorologique de France, a bien voulu m'envoyer un échantillon d'une pluie de poussière, tombée à Boulogne-sur-Mer, le lundi 2 octobre 1876, principalement vers 3^{h} du soir.

Le matin même, nous écrit M. Vaillant, étant à l'enterrement de Mme C..., je faisais remarquer à M. D... que nous étions tous couverts d'une poussière grise. En descendant la grande rue et me voyant aveuglé, je m'aperçus que cette poussière se formait non pas en tourbillons sur le sol, mais bien dans l'air.

J'ai pu recueillir de cette poussière dans la haute ville et chez moi, presque dans mon appartement où elle couvrait tous les meubles. J'en ai trouvé aussi, un jour après, dans les appartements d'un de mes parents, dont la propriété (l'enclos de l'Amiral) est située à l'extrémité nord de Boulogne. J'en ai même recueilli dans mon salon, *fenêtres fermées*.

Ce jour-là, 9 octobre 1876, la moyenne de la température de mes trois observations quotidiennes a été de 17°,96. Le baromètre était descendu à 755^{mm}. Le matin, le vent était sud-ouest

et le ciel très-nuageux ; après-midi, il remonta avec violence à l'ouest pour redescendre au sud-ouest avec le ciel beau et nuageux.

Cette poussière est grisâtre comme de la cendre de bois ; elle est douce au toucher comme de la farine, et tellement fine qu'elle a pu pénétrer abondamment, comme on vient de le voir, dans plusieurs appartements par les joints des fenêtres. Je l'ai soumise à l'analyse. Elle offre à l'état sec la composition suivante :

Matières organiques	9,75
Silice	55,21
Alumine avec traces de sesquioxyde de fer	1,81
Carbonate de chaux	30,57
Carbonate de magnésie	2,21
Non dosé et pertes	0,45
	100,00

L'examen de cette poussière, sous un grossissement de 80 diamètres, m'a fait voir que la matière organique qu'elle contenait était essentiellement formée de débris de différentes espèces d'algues microscopiques ; ils se trouvaient mélangés avec des grains de silice et de calcaire de $\frac{1}{30}$ à $\frac{2}{50}$ de millimètre de diamètre environ. Ayant examiné de la même façon du sable de la plage, j'ai vu qu'il était constitué par des grains minéraux 8 ou 10 fois plus volumineux, mais entre lesquels il en existait d'autres, très-petits, entremêlés de fragments d'algues semblables à ceux de la pluie de poussière (*fig.* 29 et 30, n° 3). Je suppose que les tourbillons

de vent, en soufflant sur la plage ont enlevé dans leurs mouvements de rotation les corpuscules les plus fins du sable, et ont ainsi opéré une véritable extraction des parcelles les plus ténues et les plus légères qu'il contenait.

J'ai voulu examiner si le phénomène se produirait d'une façon analogue, dans le cas des grandes pluies de poussière, dont j'ai précédemment donné plusieurs exemples. L'analyse microscopique de pluies de poussières de la galerie minéralogique du Muséum, celle des échantillons recueillis par M. Tarry, en 1872, m'ont permis de trouver l'origine des matières organiques contenues en abondance dans ces curieux échantillons, et de compléter l'hypothèse insuffisante qu'on en avait faite précédemment.

Ces pluies terreuses, tombées sur la Méditerranée (15 mai 1846), sur les îles Canaries (7 février 1863), sur l'Italie (19 mars 1872), etc., etc., sont farineuses au toucher et de couleur jaune clair. L'inspection microscopique m'a fait voir que la matière organique qui entre dans leur composition est presque essentiellement formée de débris d'algues qui ne peuvent provenir exclusivement de l'air. Les parcelles dont ces poussières sont formées offrent une ressemblance complète avec les débris d'algues et les corpuscules minéraux que l'on observe entre les grains beaucoup plus gros du sable du Sahara (*voir* les *fig.* 28 et 30, n°s 1 et 2). Il y aurait donc là une véritable élection des sub-

stances les plus fines et les plus légères du sable du désert, opérée par le vent. En ne soulevant que

Sables et pluies de poussières vus au microscope. $\frac{80}{1}$ (1).

Fig. 28.

Sable du Sahara. $\frac{80}{1}$.

les corpuscules les plus petits, et parmi ceux-ci les débris végétaux, les tourbillons aériens pourraient

Fig. 29.

Sable de la Manche. $\frac{80}{1}$.

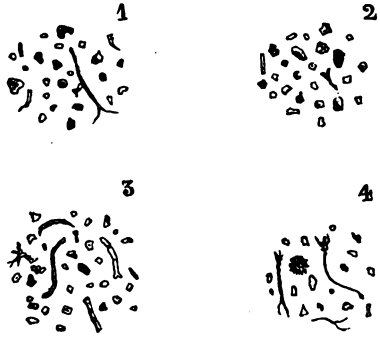
former une poussière riche en matière organique, tout en l'extrayant d'un sable qui en est pauvre,

(1) Les pluies de poussières renferment souvent 2 à 3 pour 100 de matière organique. La poussière tombée à Boulogne est plus riche en matière organique, parce que le sable de la mer, d'où elle me semble provenir, contient beaucoup plus d'algues que le sable du désert.

par le seul fait qu'il opérerait cette extraction sur des masses considérables [1].

Je trouve une confirmation à cette expérience dans les expériences suivantes. J'agite du sable du Sahara dans une petite quantité d'eau distillée; après quelques secondes de repos, le sable tombe au fond du vase où l'on opère; mais l'eau reste trouble sous l'influence d'un fin limon qu'elle tient

Fig. 30.



1. Poussière tombée sur l'archipel canarien, le 7 février 1863. — 2. Poussière tombée à Syracuse et sur l'Italie, le 10 mai 1872. — 3. Poussière tombée à Boulogne-sur-Mer, le 9 octobre 1876. — 4. Poussière extraite artificiellement des grains de sable du Sahara. $\frac{40}{1}$.

en suspension et qui, examiné au microscope, offre identiquement l'aspect des pluies terreuses tombées autour du continent africain (*fig.* 30, n° 4).

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 11 décembre 1876.

Je suis arrivé encore à reproduire la matière de ces pluies de poussières en entraînant, à l'aide d'un fort courant d'air, les substances les plus fines du sable du désert, qui traversait un tube en tombant d'un sablier. L'examen du sable du désert de Gobi, qui fournit sans doute la matière des fréquentes pluies de poussière de la Chine, m'a donné les mêmes résultats.

Les pluies de poussières ont lieu bien plus fréquemment qu'on ne le croit communément; mais, quand le phénomène est local, il passe souvent inaperçu. Voici deux faits de ce genre que j'ai recueillis dans ces derniers temps :

Un phénomène étrange, dit un journal de Dinan, a eu lieu, à la fin de la semaine dernière, à Saint-Jean-de-la-Mer.

Durant la nuit du vendredi 29 au samedi 30 décembre 1876, la pluie tomba pendant quelque temps.

Le lendemain matin, on s'aperçut que cette ondée était rouge; elle avait absolument la couleur de l'eau mêlée à une grande quantité de vin.

La première personne qui fit cette remarque pensa que cela pouvait venir du vase lui servant de réservoir, dans lequel aurait pu tomber quelque substance de même couleur.

Mais, s'étant rendue chez ses voisins, elle put bientôt constater que l'eau ruisselant des gouttières était rouge.

D'après les renseignements que j'ai pu me procurer, l'eau était chargée d'un sédiment pulvérulent; mais, à mon regret, il m'a été impossible de me procurer un échantillon de cette substance.

Enfin M. le professeur Ragona, directeur de l'Observatoire de Modène, m'a informé que, le 15 décembre 1876, il était tombé à Termini, en

Sicile, vers 3 heures de l'après-midi, une pluie terreuse offrant les caractères ordinaires de ce genre de phénomène.

Le limon des fleuves aériens. — On voit, par ces faits, que les courants aériens intenses entraînent dans leurs cours un véritable limon atmosphérique, et le déposent à des distances plus ou moins considérables, à peu près comme le font des masses d'eau en mouvement. Dans quelques cas, ces poussières sont déposées régulièrement dans certaines localités, et y déterminent de véritables formations géologiques, des espèces de *deltas atmosphériques,* comme cela a lieu pour les trombes de poussière, que M. Virlet d'Aoust a eu l'occasion d'observer sur le grand plateau mexicain (la Mesa d'Anahualc).

Ce phénomène est désigné au Mexique sous le nom de *ramolinos de polvo;* de petites trombes se forment à la fois sur plusieurs points des plaines et enlèvent les poussières du sol sous forme de colonnes minces qui ne paraissent pas avoir plus de 1^m à 2^m de diamètre. Ces poussières sont élevées avec une grande rapidité à des hauteurs considérables que M. Virlet d'Aoust estime être de 500^m à 600^m en moyenne, mais qui s'élèvent souvent beaucoup plus haut. Elles restent très-longtemps en suspension dans l'air.

Rien n'est plus capable d'impressionner l'homme un peu observateur que le spectacle dont j'ai été témoin, lorsque, après

avoir traversé la sierra Nevada, je me trouvai, en quittant la région froide, humide et sombre des nuages, plongé tout à coup dans une atmosphère chaude, et que je vis s'étaler devant moi, toute rayonnante de lumière, l'immense plaine de Mexico avec ses lacs, ses villes, ses villages, ses églises, ses montagnes que je dominais d'une grande hauteur, et que je voyais, comme pour compléter ce tableau admirable, s'élever de distance en distance de ces *ramolinos de polvo* semblables à des minarets mobiles, disparaissant et se renouvelant sans cesse (1).

Si l'on veut savoir comment sont soulevés les nuages de poussières, on peut lire de nombreuses descriptions de ces phénomènes, données par les voyageurs. En voici une des plus intéressantes que publie Thoburn, dans son travail sur le Bannu, district de Penjab dans l'Indoustan (2) :

Le Marwat, lac desséché est aujourd'hui une vaste plaine, dénuée d'arbres et couverte de sable onduleux ; côtoyée par des couches d'une argile molle et visqueuse, sillonnée par des cours d'eau profondément encaissés, ayant à sa surface du gravier alternant avec des prairies, elle offre çà et là des pierres arrondies, que le peuple appelle *pierres d'enfer*, à cause de leur teinte noire et fuligineuse, due probablement au contact du sable et de la boue. Vue en automne ou par un temps de sécheresse, la plaine du Marwat ressemble à un désert, triste et lugubre patrie des vents mugissants ; dans les mois brûlants de l'été, sa surface est balayée par des vents furieux qui soulèvent des nuages de poussière. Mais, à la fin du printemps, quand le sol a été humecté par les pluies, on dirait une mer de céréales verdoyante et tachetée, par intervalles, de lignes et d'îlots d'une teinte plus foncée.

C'est un spectacle grand et solennel que le commencement d'un

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXIII, p. 1185, séance du 11 décembre 1876.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XV, 2e série. — *Observations sur un terrain d'origine météorique ou de transport aérien.*

orage de poussière, dans une journée d'été, pour l'observateur placé sur une des collines qui s'élèvent en amphithéâtre autour de la plaine du Marwat. D'abord apparaît un point noir au bout de l'horizon ; il s'allonge rapidement et ne tarde pas à s'étendre de l'est à l'ouest ; c'est alors une puissante et terrible muraille, épaisse de 1000 pieds et longue de 30 milles (48^{km}). Elle s'approche de plus en plus avec un bruit étourdissant. Tantôt une aile est poussée en avant, tantôt une autre, mais la masse s'avance de plus en plus. Elle est précédée par une nuée d'oiseaux de proie, milans, aigles et vautours. Les villages, situés au bas de la colline d'où l'on observe ce phénomène, disparaissent les uns après les autres sous les nuages de poussière. Encore quelques minutes et le sommet du Shekhbudin, qui se baignait, un instant auparavant, dans les rayons du soleil ou dormait sous la chaleur accablante d'une journée de juin, est enveloppé de nuages jaunes, qui fuient et s'éloignent rapidement. Un moment suffit pour faire disparaître ce spectacle grandiose ; il n'en reste qu'une poussière étouffante, désordonnée, affluant et refluant dans toutes les directions, pénétrant dans toutes les fissures. Hors des demeures, on ne peut voir que des ténèbres palpables ; on n'entend que le sifflement du vent ; mais, dans l'intérieur des maisons, on allume les lampes et, au bout d'un quart d'heure, l'orage qui a exercé ses ravages sur les flancs des coteaux s'apaise et se calme peu à peu.

Pluies de cendres volcaniques. — Les éruptions volcaniques projettent parfois dans l'atmosphère des masses énormes de cendres qui s'en élèvent en nuages épais ; la matière pulvérulente qui les constitue est souvent entraînée au loin et retombe sur des régions entières. Je citerai quelques-uns des phénomènes les plus remarquables de ce genre.

Une des éruptions volcaniques qui ont causé le plus de terreur dans les temps modernes est celle du volcan Coseguina, situé au sud de la baie de Fonseca dans l'Amérique centrale. La quantité de

cendres vomies par le volcan atteignit des proportions formidables. Une immense nappe de poussière s'étendit dans le ciel ; elle fut portée par le vent jusqu'à plus de 20° de longueur vers l'ouest.

Fig. 31.

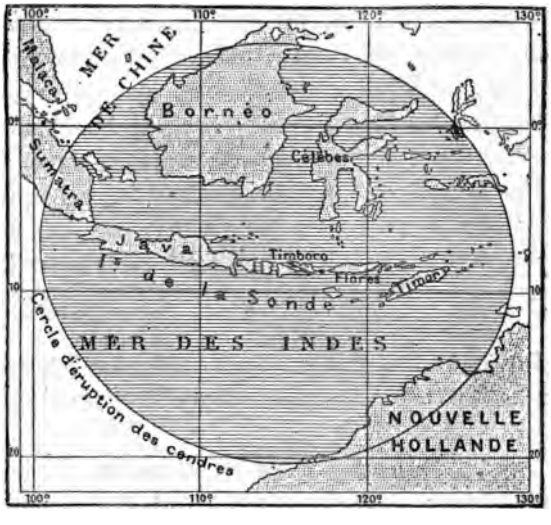
Carte des régions couvertes par la pluie de cendres du volcan Coseguina.

La surperficie de terre et d'eau sur laquelle s'abattit la poussière a été évaluée à 4 millions de kilomètres carrés ; quant à la masse vomie, elle n'a pas été inférieure à 50 millions de mètres cubes.

En 1815, un volcan de l'île Sumbava, le Timboro, recouvrit de cendres une surface de terre et de mer

supérieure à celle de l'Allemagne (*fig.* 32). L'imagination populaire fut tellement frappée de ce cataclysme, qu'à Bruni, dans l'île de Bornéo, où des amas de la poussière vomie par le Timboro, à

Fig. 32.



Carte des régions couvertes par la pluie de cendres du volcan Timboro.

1400^{km} au sud, avaient été portés par le vent, on compte les années à dater de la « grande chute de cendres (1). »

Dans la nuit du 29 au 30 mars 1875, une pous-

(1) LANDGREBE, *Naturgeschichte der Vulcane;* et ÉLISÉE RECLUS, *la Terre*, t. I, p. 668.

sière grise tomba en abondance avec de la neige sur une partie de la Suède et de la Norwége. M. Nordenskiöld en informa immédiatement M. Daubrée par un télégramme. D'autre part, M. Kjérulf, professeur à l'Université de Christiania, en adressa un échantillon au savant académicien, en même temps que M. le Dr Kars, ajoutait que cette poussière était tombée en Norwége depuis Söndmöre et la vallée de Romsdal, à l'ouest, jusqu'à Tryssill (direction de Stockholm) vers l'est. M. Daubrée reconnut, par des analyses chimiques et micrographiques, que cette poussière offrait la plus grande ressemblance avec certaines pierres ponceuses d'Islande, notamment la ponce de Hrafftinurhur, et il en conclut qu'elle devait provenir d'une éruption de cette île (1).

Les nouvelles reçues postérieurement d'Islande ne tardèrent pas à montrer qu'il en était bien ainsi.

On apprit qu'il y avait eu toute une série de phénomènes volcaniques : d'abord des secousses de tremblement de terre, puis une éruption accompagnée d'une pluie de poussières et de cendres. Le 29 mars 1875, la chute de cendres fut si intense qu'elle couvrit la région orientale de l'île, particulièrement le Jokuldal, d'une couche de 15c d'épaisseur et, pendant toute cette journée, bien que

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXX, p. 994 et 1059.

la région occidentale fût baignée par les rayons du soleil, la région orientale resta plongée dans d'épaisses ténèbres. Les sources et les ruisseaux furent endigués par les cendres ; les torrents des montagnes roulaient des flots noirs, et les rochers qui les bordaient étaient couverts de monceaux de cendres. Les paysans se sauvèrent hors du pays jonché de cendres, avec leur bétail, pour trouver des pâturages qui ne fussent pas enterrés sous les scories ; on ignore jusqu'à quel point ils réussirent dans leur tentative.

De nombreux exemples, dit M. Daubrée, témoignent du transport dans l'atmosphère, jusqu'à de grandes distances, de cendres volcaniques, de sables et de poussières diverses, telles que les cendres provenant d'incendies. Je me bornerai à rappeler le sable qui s'est abattu, le 7 février 1863, sur la partie occidentale des îles Canaries, et qui avait été, selon toute probabilité, transporté du Sahara sur plus de 32 myriamètres (1). Plus récemment, la cendre de l'incendie de la ville de Chicago est arrivée aux Açores, le quatrième jour après le commencement de la catastrophe (2); en même temps, on avait senti une odeur empyreumatique qui avait fait dire aux Açoriens que quelque grande forêt brûlait probablement sur le continent africain...

On sait que le célèbre brouillard sec qui, en 1783, couvrit pendant trois mois presque toute l'Europe, après avoir d'abord paru à Copenhague, où il persista 126 jours, avait pour cause une éruption de l'Islande, ainsi qu'on l'apprit plus tard (3). En septem-

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LVII, p. 363.

(2) M. Fouqué, à qui je dois cette communication, a vu cette cendre, qui avait été recueillie à Fayal par le consul américain, M. Dabney.

(3) Ch. Martins, *Nature et origine des différentes espèces de brouillards secs.* (Journal *l'Institut*, 19 février 1851.)

bre 1845, un transport de même origine, mais moins considérable, fut observé aux îles Shetland et aux Orcades (1).

On peut tirer de ces observations les conclusions suivantes :

Les pluies terreuses tirent leur origine : 1° des parcelles les plus fines des sables des déserts, soulevées par les vents et entraînées par les courants aériens ; 2° des cendres provenant des éruptions volcaniques ; 3° elles se distinguent des pluies de poussières qui proviennent des météorites extra-terrestres.

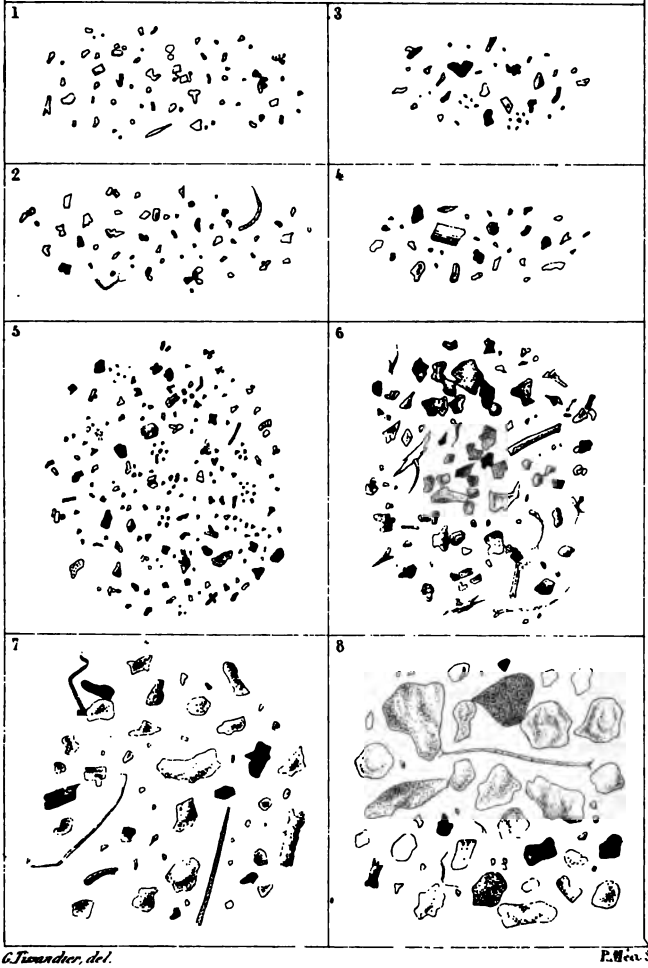
Voici la nature des poussières représentées sur la *Pl. IV*, qui forme en quelque sorte le complément du Chapitre précédent :

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

N° 1. Poussière ramassée à bord du *Vautour* le

(1) D'après une obligeante Communication de M. Des Cloizeaux, qui a lui-même vu cette poussière aux Orcades, en revenant d'Islande, on avait remarqué, dès le 2 septembre, à bord des bâtiments arrivant d'Islande et sur la mer, une poussière rouge qu'on avait déjà prise pour de la cendre de tourbe. Dans la nuit du 2 au 3 septembre, il en était tombé une grande quantité aux environs de Kirkwall (Orcades). Un article du *Journal de Kaithness*, du 12 septembre, la regardait comme de la cendre volcanique provenant d'Islande. Ce n'est toutefois que par les premières nouvelles de mai 1846 qu'on sut que les habitants de Reikiavik avaient constaté l'éruption et la coulée de la lave de l'Hécla du 2 septembre 1845. Il est probable que la pluie de cendres avait dû commencer au moins le 1er septembre, puisqu'elle avait pu parcourir la distance de plus de 800 kilomètres, qui sépare la côte du sud d'Islande des Orcades.

Pluies de poussières et sables des déserts. $\left(\frac{80}{1}\right)$



G. Tissandier, del. P. Méa. Sc.

15 mai 1846, ce bâtiment naviguant à 14^{km} des côtes nord de l'Algérie; grand nombre de grains transparents de silice (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

N° 2. Sable tombé dans la partie occidentale de l'archipel Canarien, le 7 février 1863. Algues nombreuses, grains transparents; grains noirs et opaques; quelques diatomées (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

N° 3. Cendres du Vésuve, tombées à Naples, le 22 octobre 1822 (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

N° 4. Cendre volcanique tombée à Quito, les 7 et 8 octobre 1843 (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

N° 5. Pluie de sable tombée à Syracuse le 10 mars 1872. Quelques grains noirs très-opaques, d'autres transparents, incolores ou jaunâtres; quelques-uns (très-rares) bleus ou roses (échantillon donné par M. Tarry).

N° 6. Pluie de poussière tombée à Boulogne-sur-Mer, le 9 octobre 1876. Grains de silice blancs, opalins, très-nombreux, quelques-uns noirs et opaques. Algues diverses, très-abondantes et de couleurs variées, roses et bleues (échantillon recueilli et donné par M. Vaillant-Lefranc).

N° 7. Sable du désert de Gobi (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

N° 8. Sable du grand désert du Sahara, pris à 25 lieues de Biskra (Algérie, 1866) (échantillon du Muséum d'Histoire naturelle).

Pluies de lait, pluies de pollen, pluies d'insectes, pluies de croix, etc. — Dans les descriptions qui précèdent, je crois avoir, pour la première fois, nettement élucidé le phénomène des pluies de poussières, en faisant cesser les divergences d'opinions de la part de quelques météorologistes éminents. Pour les uns, les pluies terreuses devaient être considérées comme ayant une origine cosmique (M. Quetelet notamment, dans sa *Physique du Globe* (1), dit, en parlant des substances qui colorent en rouge la pluie ou la neige : « Il est bien difficile de soutenir que ces corps appartiennent à notre globe »; pour les autres, les pluies de poussières ont une origine terrestre. Les deux hypothèses sont exactes : le fait des chutes de météorites pulvérulentes a été nettement constaté, tout aussi bien que celui des pluies de poussières provenant des sédiments terrestres.

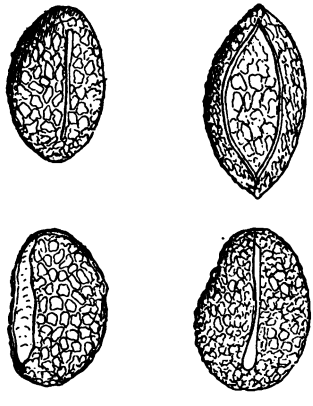
On conçoit que ce dernier phénomène peut varier à l'infini. Si les annalistes parlent de *pluies de lait,* c'est que l'eau pluviale était colorée par une poussière blanche, due à l'enlèvement de terres blanches sans doute crayeuses. Toute matière pulvérulente est susceptible d'être enlevée par les

(1) Chap. IV, p. 322.

tourbillons et incorporée aux eaux pluviales; mais, dans ce cas, le phénomène est généralement local et ne prend pas un développement considérable.

Les pluies dites *pluies de soufre,* par exemple, sont celles qui contiennent des grains de pollen de différentes espèces végétales. MM. Bureau et Poisson ont reconnu récemment qu'un échantillon

Fig. 33.



Spores de la grotte de la Réunion. $\frac{500}{1}$.

de terre combustible, très-légère, jaune, trouvé par M. de l'Isle dans une grotte de l'île de la Réunion, était formé de grains de pollen (*fig.* 33) [1]. Qu'une semblable terre soit soulevée par les vents, puis rejetée sur le sol par la pluie, voilà une *pluie*

[1] *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* du 17 juillet 1876.

de pollen qui se manifeste. Ses gouttes d'eau seront colorées en jaune, comme si elles étaient mélangées de fleur de soufre.

Des insectes, de la manne et bien d'autres sub-

Fig. 34.

Fac-simile d'une gravure du *Livre des Prodiges* de Lycosthènes, représentant une pluie de croix en 1660.

stances ont pu produire de la même façon les pluies extraordinaires dont parlent les auteurs anciens.

J'ajouterai enfin, pour terminer, que, pendant les éruptions volcaniques, on a quelquefois cité des pluies de croix, formées probablement de sels su-

blimés ou efflorescents tombant à l'état cristallin. Lors de l'éruption du Vésuve en 1660, le P. Kircher a observé, à Naples, une de ces pluies de croix; mais la description qu'il en donne est confuse et peu explicite. Lycosthènes a figuré ce phénomène dans une planche naïve de son *Livre des Prodiges* (*fig.* 34); nous la reproduisons ci-contre, à titre de document historique.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION V

I. — *Poussières minérales, organiques et organisées* 1
Variations de poids des poussières en suspension dans l'atmosphère 1
Sédiment atmosphérique 6
Dimension des poussières 9
Suspension des poussières au sein de l'air 10
Composition chimique des poussières atmosphériques. 11
Poussières obtenues par l'évaporation ou la filtration des eaux météoriques 12
Examen microscopique des eaux de pluie 17
Poussières et sédiments contenus dans les eaux de neige. 19
Corpuscules contenus dans la grêle 29
Corpuscules contenus dans l'eau de rosée 30

II. — *Sur l'existence de corpuscules ferrugineux et magnétiques dans l'atmosphère* 33

III. — *Les poussières cosmiques ou les météorites microscopiques* 39
Analyse chimique de corpuscules ferrugineux atmosphériques 49
Analyse micrographique comparative des corpuscules ferrugineux atmosphériques, et de fragments détachés de la surface des météorites 50
Poussières ferrugineuses d'origine terrestre 58

IV. — *Les pluies de poussières et les sédiments des fleuves aériens* 61
Les pluies terreuses en Europe et en Chine 62

Pages.

Les neiges terreuses..... 77
Observations modernes sur les pluies de poussière..... 79
Mode de formation des pluies de poussière..... 85
Le limon des fleuves aériens..... 91
Pluies de cendres volcaniques..... 93
Pluies de lait, pluies de pollen, pluies d'insectes, pluies de croix..... 100

—

Planches.

Pl. I. — Corpuscules observés dans l'eau de pluie, de neige et de grêle..... 18
Pl. II. — Cristallisations obtenues par l'évaporation d'eaux de pluie et de neige..... 28
Pl. III. — Corpuscules observés dans l'eau de rosée naturelle ou condensée artificiellement..... 32
Pl. IV. — Pluies de poussières et sables du désert..... 98

3158 PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Augustins, 55.

Librairie de Gauthier-Villars.

DIEN et FLAMMARION. — Atlas céleste, comprenant toutes les Cartes de l'ancien Atlas de **Ch. Dien**, rectifié, augmenté et enrichi de 5 Cartes nouvelles relatives aux principaux objets d'études astronomiques, par **C. Flammarion**, avec une *Instruction* détaillée pour les diverses Cartes de l'Atlas. In-folio, cartonné avec luxe, de 31 planches gravées sur cuivre, dont 5 doubles. 3e édition ; 1877.

PRIX

En feuilles, dans une couverture imprimée..... 40 fr.
Cartonné avec luxe, toile pleine..... ..... 45 fr.

Pour recevoir franco, par poste, dans tous les pays de l'Union postale, l'ATLAS *en feuilles*, soigneusement enroulé et enveloppé, ajouter 2 fr.

Les dimensions ($0^m,50$ sur $0^m,35$) de l'ATLAS *cartonné* ne permettant pas de l'expédier par la poste, cet Atlas cartonné, dont le poids est de $2^{kg},9$, sera envoyé aux frais du destinataire, soit par messageries grande vitesse, soit par tout autre mode indiqué.

On vend séparément un **Fascicule** *contenant :*

Les 5 *Cartes nouvelles*, nos 25 à 29 de l'Atlas céleste, par **C. Flammarion**. Ces cartes sont renfermées dans une couverture imprimée, avec l'*Instruction* composée pour la nouvelle édition de l'Atlas..... ..... 15 fr.

FLAMMARION (Camille). — Études et Lectures sur l'Astronomie. In-12 sur carré fin, avec figures et planches. Tomes I à VII ; 1867-1876.

Chaque volume se vend séparément..... 2 fr. 50 c.

SECCHI (le P. A.), Directeur de l'Observatoire du Collége romain, Correspondant de l'Institut de France. — **Le Soleil**. 2e édition. PREMIÈRE et SECONDE PARTIE. Deux beaux volumes grand in-8, avec Atlas, 1875-1877, se vendant ensemble. 30 fr.
On vend séparément chaque volume..... ..... 18 fr.

Paris. — Imp. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

a

R